

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta Strojní
Katedra energetiky

Posílení tepelného přivaděče z Teplárny Třebovice pro městský obvod
Ostrava - Jih

Forcing of Heat Feeder Road from the Heat Station Trebovice for
District Ostrava- South

Student:

Jiří Petýrek

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Jiří Míka, CSc.

Ostrava 2010

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra energetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Jiří Petýrek**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **3907R004 Provoz a řízení v energetice**
Téma: **Posílení tepelného přivaděče z Teplárny Třebovice pro městský obvod Ostrava-Jih**
Forcing of Heat Feeder Road from the Heat Station Třebovice for District Ostrava- South

Zásady pro vypracování:

1. Způsoby centrálního zásobování teplem.
2. Zásobování teplem obvodu Ostrava-Jih.
3. Varianty řešení.
4. Porovnání variant.

Seznam doporučené odborné literatury:

VLACH. *Zásobování teplem a teplárenství*. SNTL Praha 1989.
CIKHART. *Soustavy centrálního zásobování teplem*. SNTL Praha 1977.
KYSELA, L. *Systémy centrálního zásobování teplem. Poznámky k přednáškám*. Katedra energetiky VŠB – TU Ostrava.
ČSN 38 3350 Zásobování teplem. Všeobecné zásady.

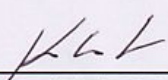
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jiří Míka, CSc.**


Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010





prof. Ing. Pavel Kolat, DrSc.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 7.5.2010


.....
Jiří Petýrek

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce panu doc. Ing. Jiřímu Míkovi, CSc. za kladný přístup, pomoc a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠBTUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru на вѣдомі, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., о vysokých školách а о změně а дополнѣні dalších zákonů (zákon о vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu на výsledek její обhajoby.

V Ostravě 7.5.2010



.....

Jiří Petýrek

Jméno a příjmení autora práce:

Jiří Petýrek

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Hrubčice 22

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PETÝREK, J. *Posílení tepelného přivaděče z Teplárny Třebovice pro městský obvod Ostrava – Jih*: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, katedra energetiky, 2010, 111 s: Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Míka, CSc.

Bakalářská práce se zabývá v úvodní části obecnou problematikou a obecným porovnáním parovodů, horkovodů, historií rozvoje teplárenství v Ostravě a přechází k řešení konkrétního problému. V případě uzavření zdroje Mittal by nebylo možné poskytovat během zimního provozu dostatečné množství tepla do městského obvodu Ostrava – Jih. Výhledově je proto nutné připravit technické řešení s využitím přebytečného tepla ve zdroji Elektrárna Třebovice a zásobování tímto teplem městský obvod Ostrava – Jih celoročně bez spolupráce zdroje Mittal. Navrženým řešením je vybudování přečerpávací stanice v prostoru Mobilních kotlů – Jižní město nebo přístavba třetí horkovodní trubky do vhodně zvoleného úseku stávajícího napaječe 2 x DN600 ze zdroje Elektrárna Třebovice. Navržená technická řešení jsou porovnány technicky i ekonomicky.

Annotation of Bachelor Thesis

PETÝREK, J. *Forcing of Heat Feeder Road from the Heat Station Trebovice for District Ostrava- South*: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Energy Department, 2010, 111p. Thesis head: doc. Ing. Jiří Míka, CSc.

The bachelor's thesis is dealing with general issue and general comparison of steam pipe-lines and hot-water pipes. There is also mentioned history of heating industry development in Ostrava. A concrete problem solving has also been suggested. In the case of Mittal source closing during winter operation would be impossible to provide a sufficient amount of heat into District Ostrava - South. Therefore the aims are to prepare engineering solution with surplus heat utilization at the Power Station of Třebovice and supplying of this heat to District Ostrava – South yearly without Mittal source cooperation. The suggested solution is to build up a booster pump station in space of mobile boilers - South City or an outbuilding of the third hydrothermal pipe into a well-taken section of current feeder 2xDN600 from the source of the Power Station of Třebovice. The suggested technical solutions are compared both technically and economically.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	7
1. ÚVOD	8
1.1 ZPŮSOBY CENTRÁLNÍHO ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM	9
1.2 POSOUZENÍ VÝHOD A NEVÝHOD PAROVODNÍCH A HORKOVODNÍCH TEPELNÝCH SÍTÍ ...	10
1.3 PŘÍKLAD USPOŘÁDÁNÍ PAROVODNÍHO POTRUBÍ V PODZEMNÍM VEDENÍ.....	11
1.4 PŘÍKLAD USPOŘÁDÁNÍ HORKOVODNÍHO POTRUBÍ V PODZEMNÍM VEDENÍ – KLASICKÉ KANÁLOVÉ VEDENÍ	13
1.5 PŘÍKLAD USPOŘÁDÁNÍ HORKOVODNÍHO POTRUBÍ V PODZEMNÍM VEDENÍ – MODERNÍ PŘEDIZOLOVANÉ VEDENÍ.....	14
1.6 POROVNÁNÍ PAROVODŮ A HORKOVODŮ	15
1.7 PŘESTAVBA PARNÍ TEPELNÉ SÍTĚ NA HORKOVODNÍ	22
2. ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM OBVODU OSTRAVA-JIH	23
2.1 ZDROJE TEPLA V OSTRAVĚ.....	24
2.2 ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM LOKALITY JIŽNÍ MĚSTO – SOUČASNÝ STAV A VÝHLED:	26
3. VARIANTY ŘEŠENÍ ZÁSOBOVÁNÍ LOKALITY OSTRAVA – JIŽNÍ MĚSTO TEPEM.....	30
3.1 ZVYŠOVACÍ STANICE (ZS) V PROSTORU MOBILNÍCH KOTLŮ MKJM ZA SOUČASNÉHO ZVÝŠENÍ TLAKU V NAPAJEČI NA PN25 A SPOLUPRÁCE ČERPADEL Z ETB.....	30
3.2 PŘÍSTAVBA TŘETÍ TRUBKY DN800 NA NAPÁJEČI ETB – JM	34
4. ROZPRACOVÁNÍ VARIANT ZÁSOBOVÁNÍ LOKALITY OSTRAVA – JIŽNÍ MĚSTO	37
4.1 UMÍSTĚNÍ OBJEKTU ZS V AREÁLU MKJM	37
4.2 ORIENTAČNÍ PROPOČET NÁKLADŮ ZS V AREÁLU MKJM.....	39
4.3 RIZIKA PŘÍSTAVBY POTRUBÍ DN 800	40
4.4 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ POTRUBÍ DN 800.....	41
4.5 TLAKOVÉ ZTRÁTY POTRUBÍ DN 800 A DN 600	44
4.6 PROPOČET NÁKLADŮ PRO PŘÍSTAVBA POTRUBÍ DN 800	46
5. ZÁVĚR	47
5.1 EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ VARIANT	48
SEZNAM OBRÁZKŮ	51
SEZNAM TABULEK.....	51
SEZNAM DIAGRAMŮ	51
SEZNAM PŘÍLOH	51
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	52

Seznam použitých zkratek

SCZT	Soustava centrálního zásobování teplem	
ETB	Elektrárna Třebovice	Dalkia ČR
TMH	Teplárna Mariánské Hory	Dalkia ČR
TPV	Teplárna Přívoz	Dalkia ČR
MKJM	Mobilní kotelna Jižní Město	Dalkia ČR
MITTAL	Teplárna Nová Hut'	Mittal
EVi	Teplárna Vítkovice	ČEZ a.s., OJ Teplárny
JM	Jižní Město	
PN	Tlaková úroveň	[bar]
PS	Předávací stanice	
OS	Oběhová stanice	
OČ	Oběhové čerpadlo	
PVS	Předávací výměňiková stanice	
RS	Redukční stanice	
ZS	Zvyšovací stanice v MKJM	
VN	Vysoké napětí	
VVN	Vedení vysokého napětí	

1. Úvod

Od ledna do února roku 2009 jsem se v zaměstnání podílel na zpracování studie „Výpočty hydraulických poměrů tepelných sítí“. Studie je uvedena jako literatura [L11]. Tato studie zahrnuje kompletní přehled všech lokalit zásobovaných teplem v Ostravě. Obsahuje podrobné technické informace o jednotlivých lokalitách, kapacity zdrojů, způsoby provozování soustav a informace o odběrech u koncových odběratelů. V rámci studie se řeší i různé varianty možného zokruhování sítí, důsledky změn ve způsobu provozování jednotlivých soustav (přestavba parní sítě na horkovodní).

Jednou z řešených variant týkající se lokality Ostrava – Jih bylo prověření posílení dodávek tepla z ETB tak, aby v případě uzavření zdroje Mittal bylo možné pokrýt zimní špičky v dodávkách tepla pouze z jednoho zdroje. Tato práce navazuje na studii viz. literatura [L11] a podrobně rozvádí vybranou výhledovou variantu. Vzhledem k faktu, že zdroj Mittal vlastní zahraniční společnost a existuje možnost výhledového uzavření továrny, přesunu za levnější pracovní silou a tím pádem uzavření zdroje, je nutné předem navrhnout opatření k zajištění dodávek tepla do lokality. Současně existují, v lokalitě Ostrava – Jih úvahy o výhledovém zvyšování odběru tepla. Navrhované řešení musí poskytovat i přenosovou rezervu.

V úvodní části práce popisuji problematiku parovodů a horkovodů obecně, jejich výhody a nevýhody, porovnávám je z hlediska přenosových kapacit, tepelných ztrát a investičních nákladů na vybudování potrubních tras. V další části navazuji vznikem a vývojem soustavy SCZT Ostrava - Jih a posílením dodávek tepla z ETB do této soustavy.

Zvýšení dodávek tepla znamená dopravit potřebné množství topného média k jednotlivým odběratelům. Největší množství tepla proudí napáječem 2xDN600 z ETB do Š411. Pokud do potrubí pustíme velké množství topného média, začnou výrazně stoupat tlakové ztráty v potrubí a ke koncovému odběrateli se nedostane požadovaný diferenční tlak. Proto jako jedno z možných řešení se jeví zvětšení dimenze napáječe. Toto řešení je však využitelné pouze po krátké období topné sezóny, proto se jeví jako vhodné do vhodně zvoleného úseku napáječe přistavět třetí potrubí o dostatečné dimenzi. Jako druhé možné řešení se jeví zvýšení tlaku pomocí zvyšovací stanice na konci napáječe, těsně před rozvětvením sítě, tím zajistíme dostatečný diferenční tlak u

koncových odběratelů. Obě varianty vyžadují současně úpravy v oběhové stanici ve zdroji tepla v ETB. Vzhledem k provázanosti horkovodní soustavy Ostrava - Jih a Ostrava - Poruba bude vhodné osadit do zvyšovací stanice za společný rozdělovač další řadu zvyšovacích čerpadel pro potřebné množství topného média a plné využití rozevření tlakového diagramu na PN25.

1.1 Způsoby centrálního zásobování teplem

Centrální tepelné sítě se začaly budovat už ve třicátých letech minulého století ve velkých metropolích Evropy a Ameriky. Z počátku měly tyto sítě pouze lokální význam a sloužily pouze jako blokové kotelny s tepelným výkonem pokrývajícím několik desítek domů či menší technologické procesy v průmyslu. Teprve po Druhé světové válce byly SCZT propojovány, napojeny na větší zdroje, ve kterých probíhala kogenerační výroba tepla a elektrické energie.

Centralizovaná síť napájená z jednoho, nebo více zdrojů tepla je výhodná jak pro průmysl, kterému dodává do provozů technologické teplo a technologickou páru, tak i pro město a jeho obyvatele, kteří získávají poměrně výhodnou energii na vytápění a přípravu teplé užitkové vody. SCZT působí pozitivně na životní prostředí tím, že snižuje počet lokálních kotlen na pevná paliva a zvyšuje komfort obyvatel. Zároveň lze zařízení tepláren optimalizovat ke zvýšení efektivity spalování, účinností jednotlivých zařízení k přípravě dodávek tepla (výměníky tepla, čerpadla, kvalita přenosového média páry či vody). Současně minimalizuje náklady na provoz výrobou elektřiny, kterou dodává do elektrické sítě. Při uvádění vývoje a výhod SCZT vycházím z literatury [L1, L13, L14].

Společná výroba tepla a elektrické energie se nazývá kogenerací a dokáže ušetřit až 35% paliva. Navíc moderní teplárny jsou vybaveny odlučovačem popílku, energosádrovce a strusky čímž se sníží ekologická zátěž a tyto suroviny se následně využívají ve stavebnictví.

V teplárenských a elektrárenských kotlích je možné, kromě hnědého či černého uhlí spalovat i různá jiná paliva, například v poslední době často zmiňovanou biomasu v podobě balíků slámy.

Jako pomocné zdroje v dobách špiček nebo při nejmrazivějších dnech je možné do sítě zapojit mobilní či špičkové zdroje tepla takzvané výtopny, které produkují pouze teplo. Při popisu kogeneračního procesu vycházím z literatury [L2].

Československo zaznamenalo největší rozmach budování těchto sítí v padesátých a šedesátých letech, kdy velká část okresních a průmyslových měst vybudovalo vlastní centralizovanou síť zásobování teplem.

V současnosti tyto původní sítě dožívají a probíhají postupné rekonstrukce, výměny izolací a opravy železobetonových kanálů. S rozvojem technologií a nových výrobků na trhu se objevily různé systémy v České Republice. Mezi takovéto pokusy je možné zařadit systém LEBIT, který se dnes již prakticky nepoužívá, naopak předizolovaný spojitý systém se velmi osvědčil.

Rozdělení sítí:

Centralizované sítě zásobování teplem se dělí dle dopravovaného topného média na:

- Parovodní
- Horkovodní

Dle parametrů sítě na:

- Primární
- Sekundární

1.2 Posouzení výhod a nevýhod parovodních a horkovodních tepelných sítí

V době budování většiny centralizovaných tepelných sítí byly zcela jiné výhledy a potřeby než jsou v současné době a sítě byly budovány podle toho, jaký zdroj se nacházel v blízkosti zásobované lokality. Tento trend probíhal do počátku osmdesátých let, kdy se ukázalo, že takovéto budování není příliš ekonomicky vhodné a začaly se posuzovat výhody a nevýhody jednotlivých druhů centralizovaných tepelných sítí. Výhody a nevýhody centralizovaných tepelných sítí jsou čerpány z literatury [L3, L13].

Oproti parovodním sítím mají horkovody následující výhody:

- Příprava horké vody teplárenským způsobem umožňuje větší výrobu elektrické energie
- Vodní tepelná síť má nižší teplené ztráty
- Umožňuje připojení odběratelů tlakově závislým způsobem (nižší náklady, vysoká účinnost)

- Umožňuje kvalitnější regulaci dodávky tepla
- Nižší provozní náklady
- Delší životnost potrubí (zejména kondenzátního)
- Umožňuje akumulaci tepla

Nevýhody horkovodních sítí oproti parovodním

- Investičně náročnější výměňková a oběhová stanice ve zdroji tepla
- Nutné čerpací práce na cirkulaci teplonosného média
- Nutnost vypouštění obsahu potrubí (problematické ve městech při rychlých opravách)

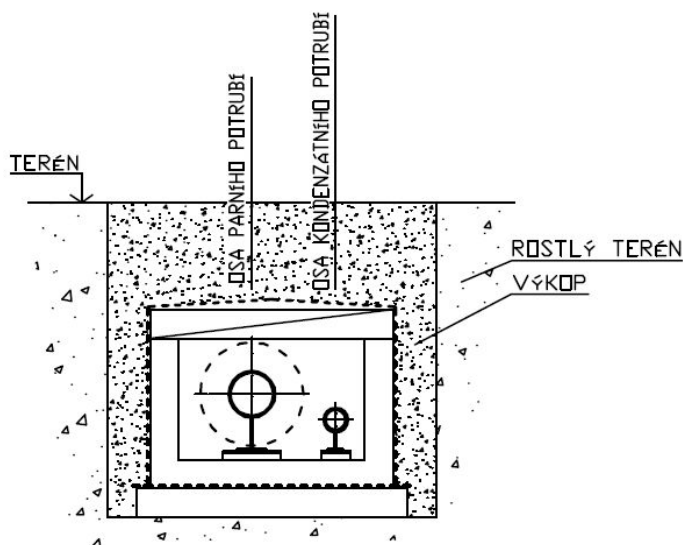
1.3 Příklad uspořádání parovodního potrubí v podzemním vedení

Variant řešení uspořádání parovodů je mnoho, v minulosti bylo oblíbené řešení zalití parního kanálu pěnobetonem, při provozování potrubí na vysoké teploty (okolo 220°C) je pěnobeton optimální tepelná izolace, historicky je však už překonán. Parní potrubí má životnost kolem 40let. Jsou však známy případy, kdy parní trubka byla v provozu i 60 let a stále se neprojevovala koroze. Problematické je kondenzátní potrubí. Parní kondenzát je velmi agresivní médium a životnost kondenzátního potrubí je proto pouze cca 10 let. V současnosti některé provozy používají kondenzátní potrubí z materiálu PP-H 100 (polypropylen). Tento způsob však není dlouhodobě prověřen. Zcela novým způsobem řešení kondenzátního potrubí je systém, kdy se do výkopu vedle parního kanálu volně položí do pískového lože plastová trubka z materiálu PEX. Tato trubka se dodává ve svitcích o délce dle dimenze 50 – 120 m. Při použití tohoto systému odpadají problémy se spojováním plastového potrubí. Odbočky se řeší lisovaným přechodem na nerezový „T“ kus, který se následně potáhne smršťovací plastovou páskou. Tento systém je již 10 let postupně realizován na parní SCZT v Mariánských Lázních.

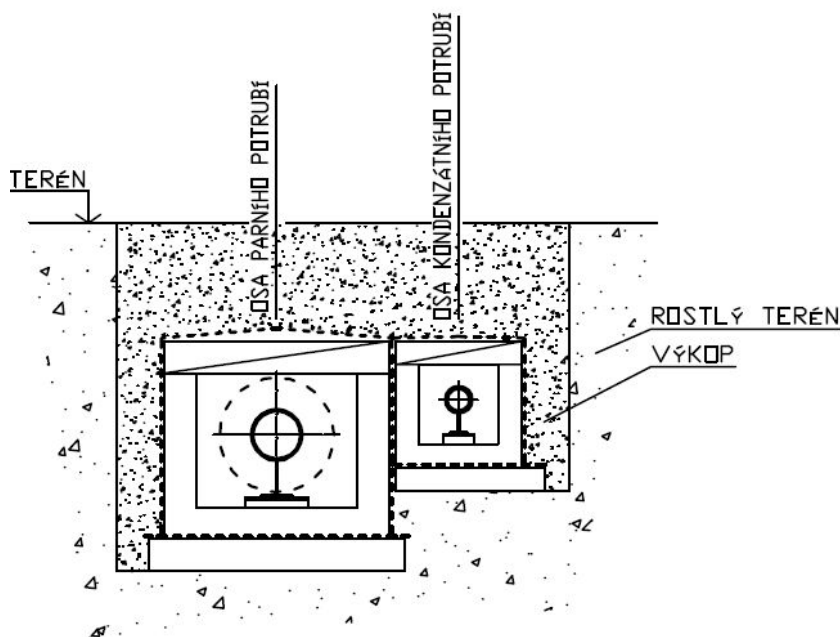
Z hlediska tepelných ztrát je výhodnější uspořádání parní trubky v kanále společně s kondenzátním potrubím. Kondenzátní potrubí se obvykle neizoluje a vyhřívá kanál na přibližně 60°C což snižuje tepelné ztráty parního potrubí.

V případě uspořádání parního kanálu odděleně od kondenzátního je výhoda v otevření kondenzátního kanálu bez porušení vnějších hydroizolací na parním kanále a

tím úspora nákladů při případné opravě kondenzátu. Toto je však nutné posuzovat individuálně dle dané lokality, například v případě občasného zaplavení kanálu je tepelná izolace na parním potrubí silně narušená, nasáklou vodou ztěžkne, prověsí se a nadále už nemá požadované tepelně-izolační vlastnosti. Tepelná izolace v kanále, se časem sama na rozdíl od předizolovaných systémů (spojitých i kluzných) vysuší, ale narušení struktury izolace je nevratné a stává se, že při opakování stavu celá izolace z potrubí odpadne. Při výměně kondenzátního potrubí ve společném kanále se na špatnou kvalitu izolací případně povrchovou korozi parního potrubí snáze přijde. Potom je jednodušší ji odstranit, provést nátěry potrubí a namontovat novou izolaci s vyztužením.

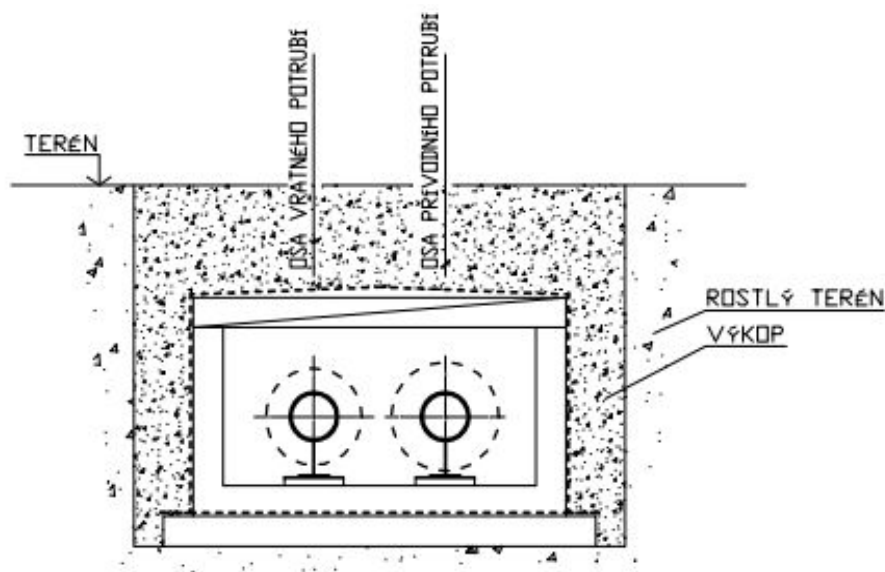


Obrázek č. 1.1 Parovod s parním i kondenzátním potrubím ve společném kanále



Obrázek č. 1.2 Parovod s vlastním parním a kondenzátním kanálem

1.4 Příklad uspořádání horkovodního potrubí v podzemním vedení – klasické kanálové vedení



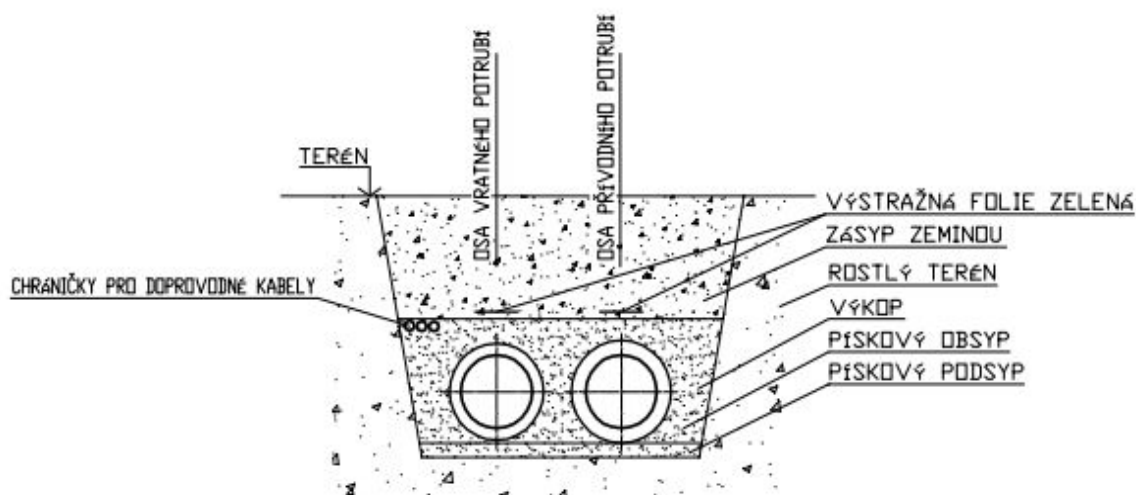
Obrázek č. 1.3 Klasické uspořádání horkovodního potrubí v železobetonovém kanále

Takový způsob vedení horkovodu je léty provozu ověřený a spolehlivý. Zvláště v poslední době se provozování horkovodní tepelné sítě stává levnější a výhodnější než provozování parní sítě SCZT. Horkovodní sítě však nejsou vhodné pro všechny typy průmyslových provozů, některé vyžadují pro svou technologii výroby médium o vyšších parametrech, především teploty. Horkovodní tepelná síť nabízí oproti parnímu vedení výhodu v možnosti připojení odběratelů tlakově závislým způsobem v tzv. „směšovací stanici“. Ve směšovací stanici dochází k propojení přívodního a vratného potrubí pomocí třicestného ventilu, který je řízen elektronicky a připravuje pracovní médium o požadovaných parametrech. Zatím co z páry je možné připravovat horkou vodu poměrně snadno tlakově nezávislou výměňkovou stanicí, pro přeměnu horké vody o teplotě cca 160°C (provozní teplota klasických SCZT) v páru je nutné instalovat pro příslušný podnik nepoměrně větší a nákladnější zařízení.

Nepsané pravidlo u horkovodů říká, že přívodní potrubí musí být vpravo ve směru dodávky tepla. Životnost horkovodního potrubí je s ohledem na způsob provozování cca 40 let.

1.5 Příklad uspořádání horkovodního potrubí v podzemním vedení – moderní předizolované vedení

Předizolované potrubní rozvody jsou moderní technologií v bezkanálovém vedení. Ocelová mediová trubka je nasunuta do pláštěvé trubky z materiálu HDPE (tvrzený polyetylen) a vzniklé mezikruží vyplněno izolační polyuretanovou pěnou jako tepelná izolace. Tento celek dodává výrobce jako hotové komponenty. Mediová trubka se spojí svarem a izolace se dokončí vypěněním přesuvnou spojkou, tím vznikne jednolitý hermetický spoj. Technologie minimalizuje čas potřebný pro realizaci přípojky na nutné minimum díky ukládání smontovaného potrubí přímo do pískového lože a současně minimalizuje množství tepelných ztrát na trase přípojky. Tepelná izolace potrubí je citlivá na průnik vlhkosti do izolace potrubí, proto jsou do izolace umístěny kontrolní vodiče „alarmsystému“ pro sledování výskytu vlhkosti v izolaci potrubí.



Obrázek č. 1.4 Uspořádání bezkanálového spojitého horkovodního potrubí.

Horkovodní spojitý systém je možné provozovat pouze do teploty 145°C, krátkodobě až do teploty 160°C. Dlouhodobé provozování má však na potrubí horkovodu až zničující účinky. Vyšší teplota se dostane od vnitřní ocelové trubky, až na povrch izolace a může nahřát spojky potrubí. Tím se poškodí hermetický spoj a do potrubí začne proudit vlhkost. Vlhká PUR pěna ztrácí tepelně izolační vlastnosti a teplota na plášti potrubí dále stoupá. Předizolované potrubí je na rozdíl od klasických

izolací uzavřené, takže teplem odpařená vlhkost se neodvádí mimo plášť potrubí. Spojky se doslova nafouknou a podélně roztrhnou.

Předizolované potrubí se ukládá jako celek do pískového lože, kde plášťová trubka a PUR pěna tepelně dilatuje spolu s ocelovou trubicí. Kompenzace využívá přirozených kompenzačních útvarů (kompenzátory tvaru „L“, „U“ a „Z“). Tyto kompenzační útvary je nutné navrhovat v maximálních vzdálenostech od sebe, které se označují obecně jak třecí délky. Jestliže není možné provést kompenzaci přirozenou, lze potrubí tepelně předeprnout pomocí nahřátí ve výkopu, nebo použít v trase jednočinné kompenzátory.

Pro vyšší teploty média se v praxi používají spíše klasické kanálové rozvody, existují však i alternativy. Kluzný systém předizolovaného potrubí je možné v různých provedeních používat v rozsahu teplot 145 – 220°C. Skládá se z vnitřní ocelové trubky s vrstvou čedičové vlny, která snižuje teplotu bezprostředně kolem potrubí pod úroveň, jež je pro PUR pěnu běžná. Potrubí netvoří pevný celek a není možné potrubí kompenzovat přirozeně. Ocelová trubka dilatuje samostatně ve vrstvě čedičové vlny, zatímco plášťová trubka je pevně držena zeminou. Proto se u kluzných systémů používá systém pevných bodů s osovou kompenzací. Pevné body jsou realizovány jako betonové bloky zasypány a ztuhlé zeminou. Bezprostředně za pevným bodem je umístěn osový kompenzátor ve vlnovkovém nebo ucpávkovém provedení. Aby byla zajištěna osa potrubí proti pohybu do strany, jsou na potrubí instalovány betonové vodící bloky.

Kluzný systém je možné použít jak u horkovodního potrubí tak jako parovodní potrubí, avšak doporučuje se pouze u relativně krátkých úseků. Dlouhodobé zkušenosti s tímto systémem ukazují jeho nízkou spolehlivost a citlivost na dodržení technologické kázně při montáži.

1.6 Porovnání parovodů a horkovodů

V praxi se rozhoduje o možnostech rozšiřování parovodních tepelných sítí či přestavbě na horkovodní tepelné sítě zejména z hlediska ekonomických. Náklady na přestavbu se musí v době, životnosti potrubí vrátit. Zařízení umístěné v terénu pod zemí či nad zemí je vystavováno vnějším vlivům, poruchám, korozi, občasnému zaplavení

kanálů a nepředvídatelným vlivům, krádežím na zařízení, živelním pohromám. Proto snižování provozních nákladů je velmi výhodné jak pro provozovatele (může použít více prostředků na opravy a rozšiřování) tak pro odběratele, kteří tím získávají nižší ceny za dodanou energii. Informace pro stanovení kritérií porovnání jednotlivých druhů SCZT vycházejí z literatury [L3].

Pro stanovení vstupních výpočtových parametrů bylo použito jmenovitých parametrů horkovodní sítě v lokalitě Ostrava-Jižní město 145/60°C (přívod/vrat). Při porovnání s přenosovou kapacitou parní sítě bylo uvažováno s parametry parní sítě Ostrava-Střed přibližně uprostřed soustavy s přehřátou párou o tlaku 0,8 Mpa (abs.) a teplotě 220°C.

Pro srovnání byl sestrojen diagram, který srovnává základní tři parametry pro posouzení ekonomické výhodnosti horkovodní sítě před parní sítí:

- a) Posouzení z hlediska přenosových kapacit
- b) Posouzení z hlediska tepelných ztrát
- c) Posouzení z hlediska investičních nákladů na vybudování sítě

Ad a) Posouzení z hlediska přenosových kapacit:

Pro výpočet přenosových kapacit byl použit program RT 007 pro výpočet vodní tepelné sítě a program RT 004 pro výpočet parní tepelné sítě. Program je uveden jako literatura [L4]. Metodika výpočtu, způsob zadávání a vyhodnocení výsledků programu RT 007 a RT 004 je uvedeno v Příloze č. 1. Pro stanovení tepelných ztrát a přenosových kapacit byl použit manuál výrobce předizolovaného potrubí. Manuál výrobce předizolovaného potrubí je uveden jako literatura [L5].

Jako limitní prvek pro přenosovou kapacitu byla zvolena rychlost proudění páry cca 20 m/s což sice poskytuje určitou přenosovou rezervu, ale při vyšších rychlostech stoupají tlakové ztráty potrubí, potom záleží na délce potrubí. Výsledky výpočtu jsou uvedeny v tabulce č. 1.1 a tabulce č. 1.2.

-	[m/s]	[MW]
Dimenze potrubí	Rychlost proudění	Přenosová kapacita
DN 100	20	1,8
DN 200	20	7
DN 300	20	15
DN 400	20	24
DN 500	20	38

Tabulka č. 1.1 Přenosová kapacita parního potrubí u vybraných dimenzí dle
ČSN 42 5715 a ČSN 42 5716

-	[m/s]	[MW]
Dimenze potrubí	Rychlost proudění	Přenosová kapacita
DN 100	1,6	4,3
DN 200	2,4	24,4
DN 300	3,0	67,5
DN 400	3,6	128,5
DN 500	4,2	237,3

Tabulka č. 1.2 Přenosová kapacita potrubí u vybraných dimenzí dle ČSN 42 5715,
ČSN 42 5716 u klasického horkovodního a u předizolovaného potrubí.

Z vypočteného je zřejmé že horkovodní potrubí má několikanásobně vyšší přenosovou schopnost než potrubí parovodní což snižuje dimenze potrubí na trase. Tato skutečnost přináší úsporu v nákladech na realizaci.

Proto na kratší vzdálenosti je možné dopravovat množství média až o 30% větší než je uvedeno v tabulce. Při větší rychlosti proudění v potrubí stoupají tlakové ztráty. V takovém případě musí být zajištěn minimální tlakový spád ve všech odběrných bodech. Optimální tlaková ztráta běžně uváděná v technických normách je do 60-80 Pa/m.

Ad b) Posouzení z hlediska tepelných ztrát:

Tepelné ztráty jsou u parního potrubí logicky větší než u horkovodního vedení. Tento jev je způsoben vyššími provozními teplotami páry. Na parní potrubí je nutné montovat tepelnou izolaci o větší tloušťce. Větší tloušťka izolace má vliv na větší rozměr kanálu (vyšší světlá výška). Naopak díky podstatně menšímu a neizolovanému kondenzátnímu potrubí se snižuje světlá šířka kanálu. Neizolovaný parní kondenzát má při podzemním způsobu vedení pozitivní vliv na tepelné ztráty hned z několika důvodů.

Parní kondenzát má při špičkách teplotu cca 60°C, ovšem v době útlumu teplota stoupá až na 100°C. Kondenzátní potrubí vyhřívá vnitřní prostor kanálu, to je okolí parního potrubí a snižuje teplotní rozdíl mezi teplotou na povrchu parního potrubí a tepelné izolace. Tento jev omezuje tepelné ztráty a současně ochlazuje vrácený kondenzát. Technologicky není vhodné, aby se do zdroje tepla vracelo médium o takto vysoké teplotě (cca 100°C).

Horkovodní potrubí má výrazně nižší tepelné ztráty než u parních tepelných sítí, proto se dá říct, že provozování horkovodní sítě je výhodnější z ekonomického hlediska a zatím co vrácený kondenzát je záměrně ochlazován, tepelné ztráty horkovodní tepelné sítě jsou dány pouze izolací přívodního a vratného potrubí.

V současnosti nejvýhodnějším systémem pro centralizované vytápění je předizolované vedení. Toto vedení zaručuje minimální tepelné ztráty. Výrobci předizolovaných systémů uvádějí tepelné ztráty okolo cca 4% jak je uvedeno v literatuře[L5]. Tvrdá polyuretanová pěna zaručuje při dodržení technologických zásad vysokou tepelnou úsporu. Tepelná izolace je však velmi citlivá na průnik vlhkosti do izolace potrubí.

DN	Parovod			Horkovod-klasika			Horkovod-předizol		
	Tl. iz. Pára	Tl. iz. Kond.	Ztráta [W/m]	Tl. iz. Př.	Tl. iz. Vr.	Ztráta [W/m]	Tl. iz. Př.	Tl. iz. Vr.	Ztráta [W/m]
100	100	-	88,4	80	60	69,0	1x zesílená	standartní	24,1
200	140	-	108,6	100	80	91,0	1x zesílená	standartní	33,6
300	160	-	137,6	120	100	108,0	1x zesílená	standartní	37,9
400	180	-	155,0	140	100	115,0	1x zesílená	standartní	38,2
500	200	-	172,8	160	120	124,0	1x zesílená	standartní	49,6

Tabulka č. 1.3 Tepelné ztráty jednotlivých druhů sítí CZT

(tloušťky tepelných izolací uvedeny v mm)

Výpočty tepelných ztrát byly provedeny u klasického způsobu vedení potrubí programem RT 007 pro výpočet vodní tepelné sítě a programem RT 004 pro výpočet parní tepelné sítě viz. literatura [L4]. Metodika výpočtu je uvedena v Příloze č.1. Do tohoto programu byly zadány vstupní parametry jednotlivých médií a vymodelován

potrubní kanál o rozměrech, které odpovídají minimálnímu prostorovému požadavku pro konkrétní dimenzi potrubí a délce kanálu 1 m.

Předizolované potrubí bylo počítáno dle manuálu výrobce předizolovaného potrubí uvedeného jako literatura [L5]. Tento výpočet však zcela nezohledňuje použití zesílené tepelné izolace na přívodním potrubí a standardní tloušťky izolace na vratném potrubí. U parních tepelných sítí existuje také možnost použít předizolované potrubí až do teplot 300°C a jmenovitého tlaku PN16 („kluzný systém“).

Tepelné ztráty uvedené v Tabulce č. 1.3 odpovídají požadavkům vyhlášky 193/2007 Sb. uvedené jako literatura [L6] při venkovní teplotě -15°C dle ČSN 38 3350 uvedené jako literatura [L12]. Z vypočteného vyplývá, že nejvyšší tepelné ztráty má parní centralizovaná soustava a naopak nejnižší vykazuje předizolované potrubí.

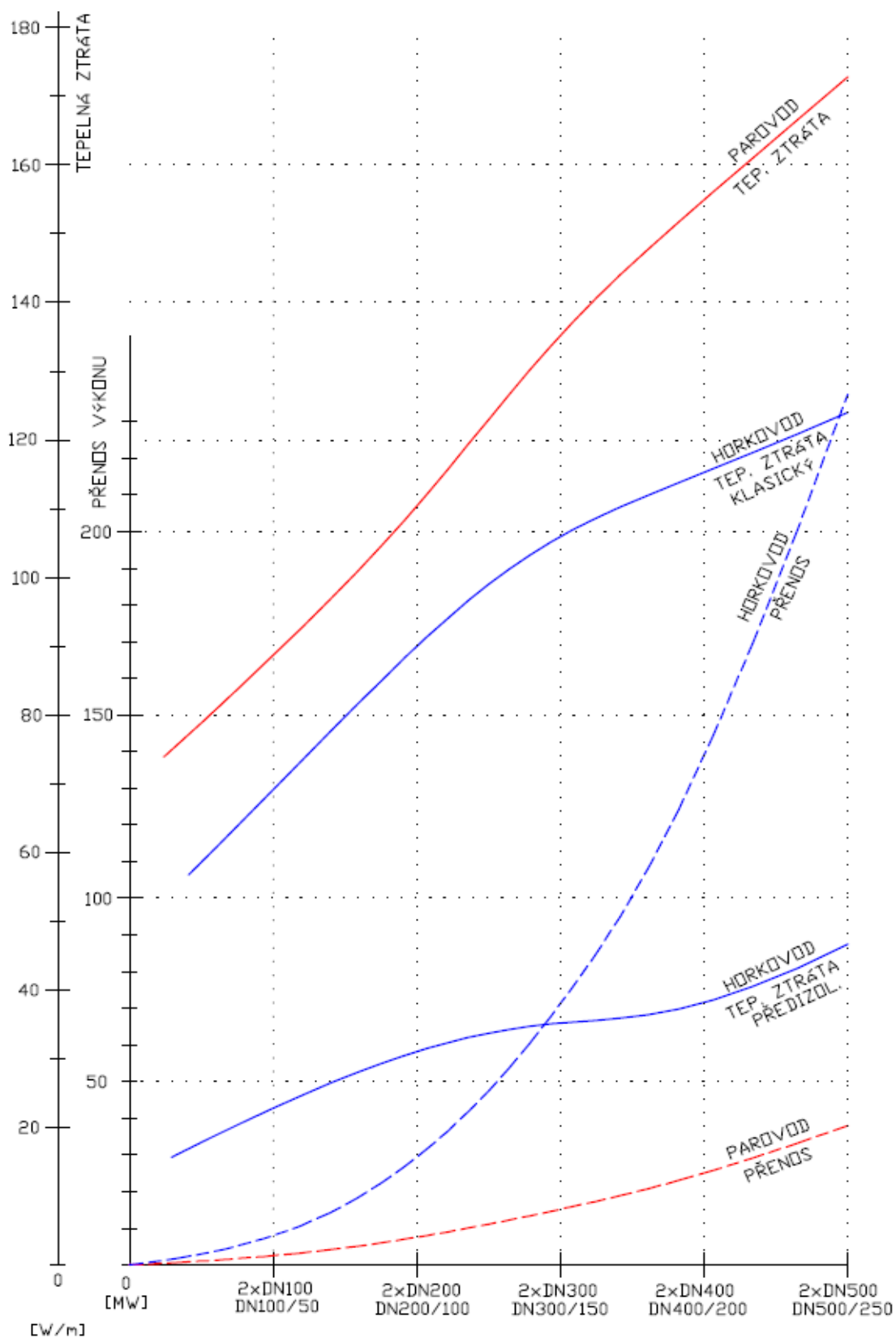


Diagram č. 1.1 posouzení přenosových kapacit a tepelných ztrát sítí SCZT

Ad c) Posouzení z hlediska investičních nákladů:

Pro stanovení cen bylo nutné určit základní rozměry kanálů pro jednotlivé druhy vedení. Tyto rozměry byly použity už pro výpočet tepelných ztrát parovodů a horkovodů. Pro určení ceny za zhotovení 1m běžného kanálu bylo dále nutné určit další parametry stavby jako povrchy, odvozy přebytečné zeminy, oplocení staveniště, složení vykopané zeminy během montážních prací atd. Tyto okolnosti realizace jsou různé případ od případu, proto byly zvoleny dle zkušeností zpracovatele bakalářské práce.

Určováním těchto cen, se zabývají i některé komerční organizace, například firma ÚRS PRAHA, a.s., Pražská 18, 102 00, Praha 10, která vydala ukazatele průměrné orientační ceny na měrnou a účelovou jednotku pro obory 801-833. Tyto ceny jsou uvedeny jako literatura [L7]. Ceny dle ukazatelů jsou platné pro první pololetí roku 2010. Z grafu a tabulky je patrné, že reálná cena běžně uváděná do rozpočtů různých projektů je podstatně nižší než cena univerzální.

Uložení u parovodu bylo kondenzátního potrubí uvažováno ve společném kanále spolu s parním potrubím. Tento způsob je považován u podzemního vedení parovodu za nejúspornější. Horkovodní potrubí bylo uvažováno v souladu s normou ČSN EN 13 941 literatura [L8] a její národní přílohou ČSN 38 3360 [L9].

Dimenze potrubí	Parovod		Horkovod klasický		Horkovod předizolovaný
	běžná cena [Kč]	Cena dle URS [Kč]	běžná cena [Kč]	Cena dle URS [Kč]	běžná cena [Kč]
DN100	12 182	36 760	13 729	32 468	4 659
DN200	20 756	51 850	21 868	48 528	9 582
DN300	28 607	62 937	32 331	62 690	16 564
DN400	32 601	81 074	42 515	83 314	23 314
DN500	41 626	97 995	59 715	97 851	30 314

Tabulka č. 1.4 srovnání potrubí z hlediska investičních nákladů.

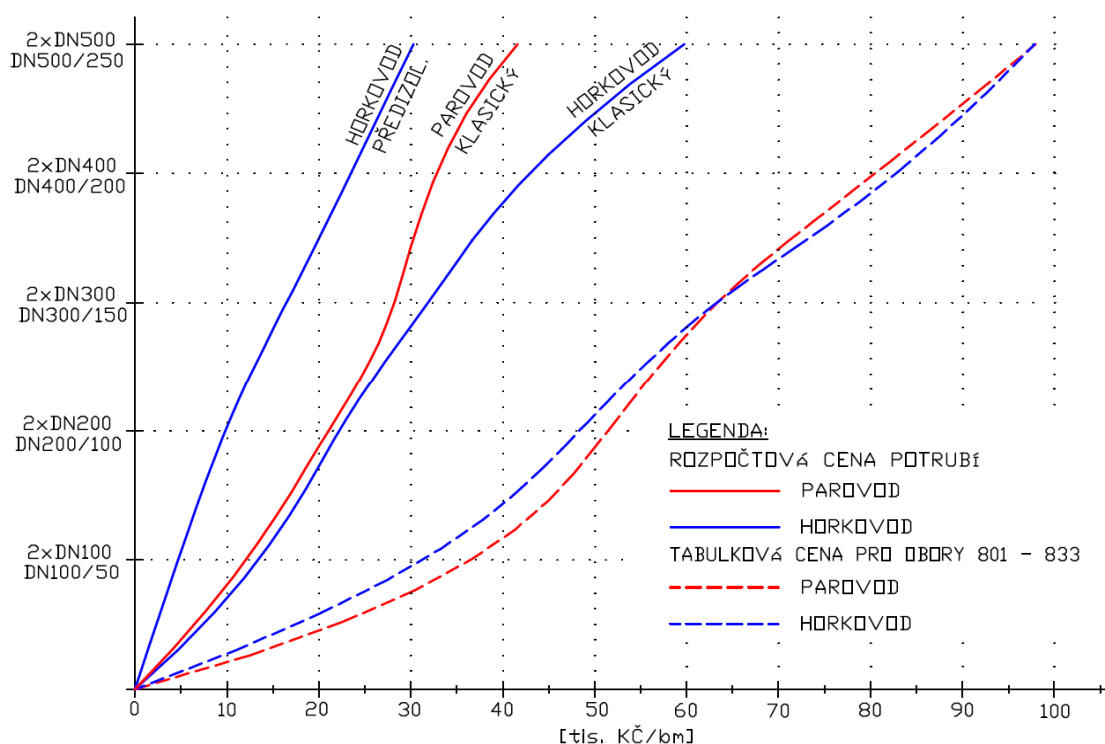


Diagram č. 1.2 posouzení investičních nákladů na realizaci SCZT

Z diagramů je zřejmé že přenosová schopnost horkovodní tepelné sítě je cca 3x větší než srovnatelné dimenze parního potrubí. Investiční náročnost na realizaci potrubí stejných dimenzí se liší minimálně. Investičně nejvýhodnější se jeví předizolované horkovodní potrubí. Pokud srovnáváme pouze dimenze potrubí, můžeme jako srovnávací jednotku použít přenášený výkon. Potom se jako jednoznačně výhodnější jeví vodní tepelná síť.

1.7 Přestavba parní tepelné sítě na horkovodní

V minulých letech proběhla částečná přestavba parní sítě v Olomouci na horkovodní (přestavba byla pouze částečná a stále postupně probíhá). Momentálně probíhá kompletní přestavba parní sítě na horkovodní ve Dvoře Královém.

Takováto přestavba sítě včetně přestavby výměníkových stanic sebou přináší množství komplikací a musí být prováděna postupně. V první řadě je třeba mít k dispozici ve zdroji dostatečný tepelný výkon, což obnáší změnu technologie přípravy média. Dále je třeba postupovat se samotnou přestavbou sítě centralizovaného zásobování teplem od konce, tak aby nejvzdálenější lokality (blokové kotelny např.

sídlišť byly realizovány jako sekundární vodní sítě s možností plynulého přechodu na horkovodní síť. Poté je třeba mezi několika takovými lokalitami vybudovat napáječ, který začne zásobovat lokality horkou vodou. Na napáječ se postupně připojí další odběratelé a lokality tak, aby se od konce sítě postupně parovod rušil. Při takovémto postupu dochází ke komplikacím legislativním, majetkovým i provozním. Nedochází však k zásadnímu přerušení dodávek tepla odběratelům. Realizačně jednodušší je ovšem síť po dobu výstavby odstavit z provozu a do tras parovodů uložit horkovodní potrubí. Tento postup je však obchodně nepřípustný. Došlo by k výpadku sítě na dlouhou dobu a tím k výpadku příjmů firmy. Domácnosti by v letních měsících po dobu výstavby byly bez dodávek teplé užitkové vody. Postup přestavby je čerpán z literatury [L3].

2. Zásobování teplem obvodu Ostrava-Jih

Město Ostrava je pokryté soustavou centralizovaného zásobování teplem. Tato soustava se dělí dle lokalit a kapacit jednotlivých zdrojů na Parní tepelnou síť a horkovodní tepelnou síť.

Prvotní záměr zásobovat město Ostrava z centralizovaného systému vznikl v roce 1927, dala si jej vypracovat Moravsko-Ostravská elektrárenská společnost, která vlastnila dnes již neexistující Elektrárnu MOEL. Ve stejné době se začínalo se stavbou Elektrárny Třebovice, jejíž vedení zaměřilo pozornost na využití instalovaného zařízení na tehdy zcela nové odvětví teplárenství k většímu rozvoji, ale nedošlo. Podle projektu vypracovaného rakouskými firmami měla být Elektrárna MOEL rekonstruována na teplárnu a parní sítě dále propojena se závodní Elektrárnou Karolina, František, Ignát a elektrárnou vítkovických železáren. Projekt počítal s výhledovou dodávkou tepla až 100MW při uvažované roční dodávce páry 670MJ. Pro zajímavost náklady na rozšíření tepelné sítě tehdy činily cca 38 mil. Kč a náklady na rekonstrukci Elektrárny MOEL činily cca 108 mil. Kč. Tento záměr se však neuskutečnil.

Další rozvoj teplárenství začal v Ostravě v roce 1946, kdy se začalo opět uvažovat s předválečným projektem zásobování centra Ostravy teplem, avšak projekt nebyl realizován. Teprve v roce 1949 byl realizován asi 2 km dlouhý parní napáječ

z Elektrárny Karolina pro zásobování průmyslových objektů teplem (např. Městská nemocnice, Ostravský pivovar).

V letech 1952 – 1953 byla zpracována „Studie rajónního plánu Ostravsko – Karvinské pánve“, který vznášel požadavek na bytovou výstavbu a vznik nových bytových lokalit městských částí Poruba, Šalamouna, Ostrava Jih, Ostrava Střed.

Soustavy centralizovaného zásobování teplem pro tyto lokality se vyvíjely podle zásady využít tepelné zdroje nejbližší položené k těmto sídlům, aby tak náklady na tepelné sítě byly co nejnižší. Tak se stalo, že v Ostravě a okolí nebyly stavěny nové teplárny, na které již byly zpracované projekty (Teplárna Martinov, Teplárna Paskov), ale pro teplárenské účely posloužily rekonstrukce stávajících kondenzačních elektráren (Karolina, MOEL, Třebovice, Vítězný únor, Jana Švermy) a závodních elektráren ve Vítkovicích a Nové huti. Mimo uvedené lokality na jednotlivé zdroje byly napojeny jako přímé odběry sousední průmyslové podniky. Některé z těchto odběrů jsou v provozu stále. Historické údaje byly čerpány z literatury [L10].

2.1 Zdroje tepla v Ostravě

Město Ostrava je zásobováno teplem z několika zdrojů rozložených po městě tak, aby dokázaly pokrýt dodávkami tepla širokou plochu.

Provozovatelem SCZT v Ostravě je v drtivé většině objektů společnost Dalkia Česká republika a.s., která zajišťuje provoz na soustavě a vlastní většinu zdrojů tepla, které SCZT zásobují. Dalšími provozovateli zdrojů tepla jsou ČEZ, a. s. či ISPAT NOVÁ HUŤ a.s.

Zdroje tepla:

Elektrárna Třebovice: (ETB)

Provozovatel

Dalkia Česká republika, a.s.

Jednotlivé dodávky tepla:

Pára:

Svinov 7 MW

Porobeton 5 MW

Martinov 26 MW

	Ostrava Střed	0 MW letní provoz
	Ostrava Střed	20 MW zimní provoz
Horkovod:	Poruba	až 215 MW
	Jižní město	až 281 MW

Mobilní kotle Jižní město (MK JM)

Provozovatel	Dalkia Česká republika, a.s.	
Jednotlivé dodávky tepla:		
Horkovod:	Jižní město	34,1 MW

Mittal

Provozovatel	ISPAT Nová huť a.s.	
Jednotlivé dodávky tepla:		
Horkovod:	Jižní město	136 MW (max. cca 150 MW)

Teplárna Mariánské Hory: (TMH)

Provozovatel	Dalkia Česká republika, a.s.	
Jednotlivé dodávky tepla:		
Pára:	MCHZ + KJŠ	24 MW
	Ostrava Střed	8 MW letní provoz
	Ostrava Střed	0 MW zimní provoz

Teplárna Přívoz: (TPV)

Provozovatel	Dalkia Česká republika, a.s.	
Jednotlivé dodávky tepla:		
Pára:	Ostrava Střed	140 MW
	OKK	16 MW
Horkovod:	přímé dodávky	13 MW

Teplárna Energetika Vítkovice a.s. (EVi)

Provozovatel	ČEZ, a. s.
Jednotlivé dodávky tepla:	
Horkovod:	Šalamouna 58 MW

Na SCZT jsou instalované také tlakově nezávislé předávací stanice pára - voda, které fungují jako zdroje horké vody pro lokality, jež nejsou připojeny na horkovodní zdroj, ale parní síť nabízí v dané lokalitě dostatečnou výkonovou rezervu.

RVS Fifejdy	letní provoz do lokality Šalamouna 30 MW
PS Slezská	zásobování lokality Slezská Ostrava 30 MW

Tyto zdroje v různých režimech a v různých výhledových variantách zásobují město Ostrava dodávkami tepla. Provozovatel sítě SCZT Dalkia Česká republika, a.s. je nucen využívat cizí zdroje tepla (Mittal a EVi) tak, aby byl schopen pokrýt samotné odběry, špičky v odběrech (především v zimních měsících) a zajistit dodávky nepřetržitě po celý rok s výjimkou doby pravidelné odstávky, případně nouzového zásobování z jednoho zdroje, se sníženou přenosovou kapacitou v případě havárie na síti či ve zdroji. Dodávky tepla z různých zdrojů SCZT Ostrava byly předány provozovatelem soustavy Dalkia Česká republika, a.s. jako zadávací dokumentace (vstupní podklady) pro zpracování použité literatury [L11].

Předmětem práce je prověření přenosové kapacity horkovodních zdrojů, zapojených do zásobování teplem lokality Jižní město. Prověření variant řešení pokrytí dodávek tepla z vlastních zdrojů Dalkia Česká republika, a.s. a zajistit dodávky do lokality Jižní město v případě odstavení cizího zdroje.

2.2 Zásobování teplem lokality Jižní město – současný stav a výhled:

Horkovodní síť Ostravy Jižní město tvoří tepelný napáječ 2 x DN 600 z ETB a tepelný napáječ 2 x DN 500 ze zdroje tepla Mittal do JM. Oba napáječe se setkávají na Jižním městě v šachtě Š19. V prostoru Zábřehu, Výškovic a Hrabůvky je tepelná síť několikrát zokruhována. Celková délka tepelné sítě je cca 70 km a na ni je připojeno 201 tlakově nezávislých předávacích stanic.

Při svém vzniku byla celá soustava Jižní město koncipována na jmenovitý teplotní spád 160/60°C a tlakovou úroveň 2,5 MPa. V současné době je teplota vody na výstupu snižována na 145°C až maximálně 150°C z důvodu používání předizolovaných potrubních systémů a snižování potřeb tepla. Základním zdrojem tepla pro soustavu JM a Porubu je ETB, jejíž tepelný výkon v horké vodě je cca 428 MW. Horkovodní tepelná

síť Ostravy - Jižní město a Poruby je hydraulicky propojena (společný rozdělovač na vratném potrubí v oběhové stanici ETB).

Směrem do Ostravy JM může ETB v současné době dodávat tepelný výkon cca 213 MW. Spolupracujícím zdrojem tepla je zdroj Mittal, který může do sítě dodávat až 136 MW. Dalším zdrojem v soustavě Jižní město je MKJM, který může do soustavy dodávat až 34,1 MW.

Stávající maximální celková potřeba tepla lokality Jižní město je 250 MW.

Výhledovým zdrojem pro JM může být také EVi s výkonem cca 58 MW.

Zdroje tepla	:	ETB	213 MW
		Mittal	136 MW
		MKJM	34,1 MW
Druh sítě	:	horkovodní tepelná síť	
Systém	:	dvoutrubkový	
Teplonosné medium	:	upravená voda	
Jmenovitý teplotní spád:		zima 145/60°C	
		léto 80/60°C	
Tlaková úroveň zdrojů a sítě:		2,5 MPa	
Nejnižší teplota venkovního vzduchu:		te = - 15°C viz ČSN 38 3350	
Počet tlakově nezávislých předávacích stanic		201	
Současný maximální výkon do soustavy		cca 250 MW	

Bilance potřeb tepla pro lokalitu Jižní město byly zpracovány na základě údajů provozovatele Dalkia Česká republika, a.s. a jsou uvedeny ve „Schématu tepelné sítě Ostrava – Jih“ jako příloha č. 2. Za základ bilancí pro rok 2008 (stávající stav) byly vzaty potřebné příkony jednotlivých předávacích stanic v roce 2006, kdy byly dlouhodobě nízké teploty vzduchu. V příloze je uvedeno pořadové číslo stanice, označení čísla předávací stanice podle Dalkia Česká republika, a.s., potřebný tepelný příkon v roce 2006 a označení předávací stanice ve výpočtovém schématu tepelné sítě Jižní město. Výhledoví odběratelé tepla jsou označeni dle podkladů Dalkia Česká

republika, a.s. čísla 907 až 917 a 722 až 735. Dodatečně byli připojeni výhledoví odběratelé tepla, kteří jsou označeni V1 až V11 viz. „Schéma tepelné sítě Ostrava – Jih“ příloha č. 2.

Dle bilancí je:

stávající potřeba tepla lokality JM v roce 2008	250,13 MW
výhledoví odběratelé tepla	85,56 MW
Celková potřeba tepla – výhled	335,69 MW

Vlivem úsporných opatření u odběratelů tepla (výměna oken, zateplení domů, regulace otopných soustav, termoregulační ventily v bytech, zvyšování ceny tepla) dochází k postupnému snižování potřeby tepla u stávajících odběratelů. U výhledových odběratelů tepla jsou obvykle požadované potřeby tepla značně nadhodnoceny.

Na základě výše uvedeného jsou potřeby tepla upřesněny. Celkový tepelný příkon pro lokalitu Jižní město ve výhledu se upravuje na 263,0 Mw, to je 78,35 % z celkové bilancované potřeby ve výhledu.

Korekční součinitel	$k = 0,7835$
Korigovaná potřeba tepla – výhled	263,0 MW

Výpočty tlakových ztrát tepelné sítě ve výhledu byly prováděny tak, že potřeba tepla každého stávajícího i výhledového odběratele budou násobeny korekčním součinitelem, který odpovídá maximálnímu vytížení sítě při venkovní teplotě -15°C - denní střední teplota v nejchladnějších dnech dle ČSN 38 3350 literatura [L12]. Kompletní výsledky hydraulických výpočtů SCZT lokality Ostrava – Jih, popis současného stavu provozování lokality a popis strojního vybavení ve zdroji tepla ETB jsou uvedeny v literatuře [L11].

Při vyhodnocení hydraulických výpočtů sítě provedených podnikem ENERGOPROJEKTA Přerov, spol. s r.o. Dluhonská 1350/43, 750 21 Přerov pod zakázkovým číslem 03208-001 v Únoru 2009 se jeví hydraulicky nejvzdálenějším odběratelem na stávající horkovodní síti Jižní město při provozu z ETB i při provozu ze zdroje Mittal odběratel číslo 263, to je B040-715 PS Hrabová viz. příloha č. 2 Schéma tepelné sítě Ostrava – Jih.

Pro zajištění požadovaného diferenčního tlaku 0,1 MPa u hydraulicky nejvzdálenějšího odběratele PS 715 je v současné době (rok 2009) potřebný tlakový spád v rozdělovacím potrubním uzlu Š19 cca 0,22 MPa. Drsnost vnitřního povrchu potrubí 0,2 mm viz. příloha č. 2 Schéma tepelné sítě Ostrava – Jih a literatura [L11].

Zdroj tepla ETB v majetku Dalkia Česká republika, a.s. nabízí dostatečný výkon pro zásobování celé lokality Jižní město z vlastního zdroje viz. literatura [L11]. Současně je reálné vzhledem k ekonomické krizi a přesouvání výroby za levnější pracovní silou odstavení cizího zdroje tepla (Mittal) z provozu a tím strategické ohrožení dodávek tepla pro celou lokalitu. Z tohoto důvodu je nutné výhledově navrhnout technické řešení k zajištění dodávky tepla s maximálním využitím vlastních zdrojů tepla a výkonových rezerv v těchto zdrojích. Ze současných hydraulických poměrů horkovodní sítě viz. literatura [L11] vyplývá, že přenosové kapacity napáječe DN600 do Jižního města nedovolují přenést celých 263 MW tak, aby v bodě Š 19 (viz. příloha č.2) zůstal dostatek tlakového spádu 0,22 MPa. Proto je nutné na síti provést opatření pro snížení tlakové ztráty přenosem tepla v napáječi, případně jiným způsobem zajistit dostatečnou tlakovou diferenci pro hydraulicky nejvzdálenější bod sítě. Tento vzdálený bod se může při změně způsobu zásobování teplem změnit. Je nutné brát v úvahu i technický stav potrubní sítě a provozní parametry předávacích stanic. V tomto případě se lokalita nachází v terénu s určitým převýšením, proto by bylo třeba (pokud by se v budoucnu řešily) do tlakových diagramů zahrnout nadmořskou výšku sítě.

3. Varianty řešení zásobování lokality Ostrava – Jižní město teplem

3.1 Zvyšovací stanice (ZS) v prostoru mobilních kotlů MKJM za současného zvýšení tlaku v napaječi na PN25 a spolupráce čerpadel z ETB

Současný zdroj Jižní město:

Stávající oběhová stanice zdroje je pro větev JM osazena čerpadly Sigma Lutín 350–NQD-650-55-S5 (2 provozní + 1 záložní). Čerpadla jsou osazena ve vratném potrubí a jejich výkon je regulován pomocí hydraulické spojky Voith typ 650 SVTL 21.2. Chlazení oleje hydraulické spojky je vratnou topnou vodou horkovodu. Otáčky čerpadel nejsou snímány. Podle přenesených tlakových poměrů čerpadel se otáčky pohybují do cca 1365 ot/min.

Podle zkušební křivky výrobce je garantovaný pracovní bod čerpadla 350 –NQD-650-55 :

$$Q = 370,4 \text{ l/s}, H = 122 \text{ m}, n = 1365 \text{ ot/min},$$

$$\text{Příkon čerpadla } 539,5 \text{ kW}, \text{ účinnost } 80,1 \%$$

$$\text{Zkouška provedena pro vodu teplou } 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$PE = 710 \text{ kW}, 6 \text{ kV}, 1487 \text{ ot/min}$$

Horkovodní soustava JM a Poruby je tlakově svázána propojením přes společnou výměňkovou stanici.

Tlaková ztráta zdroje při navýšení průtoku na JM z 457 kg/s na 739 kg/s (263MW) tj. o 282 kg/s byla stanovena na 400 kPa. Současná maximální tlaková ztráta zdroje se pohybuje v pásmu do 350 kPa při provozu dvou paralelně řazených výměňkových stanic.

Stávající čerpadla OS JM jsou pro požadovaný přenos tepla 263 MW ve zdroji tepla s ohledem na dopravní výšku „malá“. Naopak jejich osazení ve zvyšovací stanici (ZSJM) není možné s ohledem na jejich velkou dopravní výšku a omezení regulace výkonu hydraulickou spojkou Voith. Oběhová čerpadla z mobilní kotelny jsou pro spolupráci s čerpadly zdroje nepoužitelná. Tyto údaje vycházejí z podkladů, které byly předány provozovatelem soustavy Dalkia Česká republika, a.s. jako zadávací dokumentace (vstupní podklady) pro zpracování literatury [L11].

Požadavky na pracovní tlakové podmínky v soustavě:

- tlak na výstupu ze zdroje nesmí překročit PN 25 (rezerva na ochrany 100 kPa)
- tlak na sání čerpadel nesmí klesnout pod 200 kPa
- šachta Š411 minimální tlakový spád 100 kPa
- uzel č.20 (Š19) minimální tlakový spád 240 kPa
- hydraulicky nevzdálenější odběratel bod 263-PS 715 min. tlakový spád 100 kPa
- tlak v přívodním potrubí nesmí poklesnout pod tenzi par (145°C -0,32 MPa)
+rezerva 100 kPa.
- tlak ve vratném potrubí nesmí protínat terénní reliéf + rezerva 100 kPa.

Tyto požadavky vyplývají z literatury [L11]

Technické řešení v ETB:

Osazení „nových“ oběhových čerpadel (s dopravní výškou cca 220 m) by bylo stavebně náročné. Nedaly by se použít stávající základy z důvodu nového zatížení. Nová čerpadla s elektropohony 1,1 MW mají daleko vyšší hmotnost a bylo by nutné původní základy vybourat a řešit konstrukci základů čerpadel uzpůsobenou poměru hmotnosti čerpadla a základu. Regulaci čerpadla by bylo nutné volit pomocí frekvenčního měniče. Vyžadován je velký rozsah regulace. Obtížná by byla rovněž příprava stavby. Jedna řada čerpadel je obtížně regulovatelná a není možno část provozu (letní a přechodné období) regulovat optimálně.

Výhodnější je využití stávajících čerpadel a doplněním řady zvyšovacích čerpadel horkovodního potrubí na větví do JM. Obě řady mohou být navrženy s čerpadly stejného výkonu. Nabízí se, navrhnout technologii přečerpávání s jedním společným záložním čerpadlem. Stavebně je oběhová stanice dostatečně prostorná a má dokonce dvě volná místa pro osazení nových čerpadel. Tyto údaje byly předány provozovatelem soustavy Dalkia Česká republika, a.s. jako zadávací dokumentace (vstupní podklady) pro zpracování literatury [L11]. Technologické schema oběhové stanice ve zdroji tepla ETB je znázorněno společně se zapojením zvyšovací stanice jako příloha č.3.

Technické řešení v ZS MKJM:

Přečerpávání ve ZS MKJM bude prováděno ve vratné větvi – sestava 2+1. Čerpadla budou osazena do nové haly o rozměrech 12 x 20 m. Zvyšovací stanice bude propojena s horkovodem (šachta Š411) potrubím 2 x DN 600 a do větve „Výškovice“ potrubím 2 x DN300.

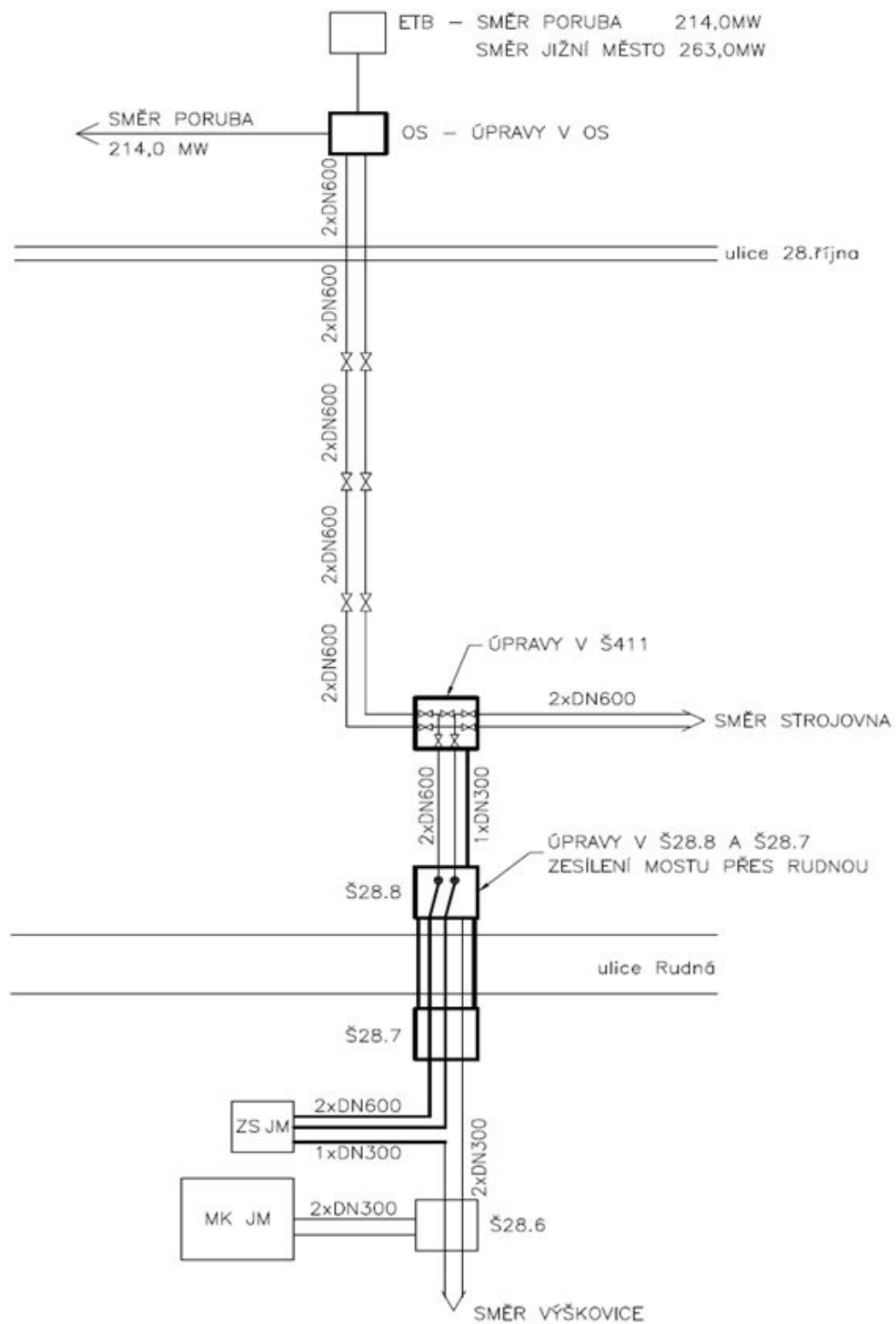
Parametry 1 ks čerpadla ZS: $Q = 340 \text{ kg/s}$, $H = 58 \text{ m}$, voda 60° C . Výpočtově byla stanovena výška přečerpávání ZS na 565,4 kPa. Připočítána je tlaková ztráta vnitřního okruhu čerpadel vlastní ZS cca 15 kPa. Potřebné parametry čerpadla jsou zvoleny s ohledem na závěry literatury [L11].

Regulace otáček je možná pomocí hydraulické spojky Voith, nebo pomocí frekvenčního měniče.

Provoz zvyšovacích čerpadel lze předpokládat v pásmu 80-100% průtoku. Podle statistických údajů se jedná v současné době o provoz po dobu 502 h/rok. Výhledově lze předpokládat stejný rozsah provozu.

Zvyšovací stanice bude mít půdorysný rozměr 12 x 20 m a výšku cca 5 m. Bude to lehký montovaný objekt s kovovou nosnou konstrukcí s opláštěním zatepleným sendvičovými panely, vrata o šířce 3,3 m a výšce 3,9 m, po obvodu částečně prosklená. Objekt bude připojen na vodovod, kanalizaci, přívod elektrické energie a na stávající horkovodní rozvody.

Umístění stanice bude na pozemku, který je ve vlastnictví Dalkia ČR a.s., a to na parcele číslo 773/4 v katastrálním území Zábřeh nad Odrou. Na této parcele jsou také umístěny stávající mobilní kotle (4 kusy) z nichž tři kotle jsou funkční a jeden kotel na severním okraji areálu (nejblíže k ulici Rudná) je mimo provoz - na náhradní díly. Tento kotel je možno v případě potřeby demontovat a prostor využít pro převedení nových potrubí. Technologické schema zvyšovací stanice v prostoru MKJM společně s oběhovou stanicí ve zdroji tepla ETB je znázorněno jako příloha č.3.



Obrázek č. 3.1 Schéma zapojení zvyšovací stanice do soustavy CZT Jižní Město

3.2 Přístavba třetí trubky DN800 na napáječi ETB – JM

Stávající stav:

Úkolem je prověřit možnost a definovat podmínky realizace zvýšení přenosové kapacity tepelného napáječe 2 x DN 600 z ETB do JM formou přístavby třetí trubky DN 800. Tato přístavba je výhodná na začátku TN ETB-JM kde protéká největší množství oběhové vody při výhledové dodávce a jsou zde největší tlakové ztráty v potrubí.

Jako nejvýhodnější umístění přístavby třetí trubky se jeví úsek od sekčních armatur za křížením bývalé železniční vlečky, kde potrubí 2 x DN 600 vystupuje nad terén, dále pokračuje na nízkých patkách podél inundační hráze směrem jižním a přibližuje se k ulici Hrabůvka. Kolem domu č.p. 170/18 je veden napáječ v neprůlezném kanále v délce cca 165m. Dále pokračuje v pozemním vedení v úzkém pásu mezi inundační hrází a ulicí U Hrůbků a dále směrem jižním až k ulici Říční kde je přejezd přes potrubí. Před ulicí Říční v lomu vystoupí potrubí na vysoké sloupy, překříží ulici a vede na vysokých sloupech k okraji zástavby Zábřehu. Zde postupně sestoupí na nízké patky, podél zahrad obytných domů na ulici Horymírova a Markova pokračuje na nízkých patkách směrem jižním. V blízkosti pevného bodu č. 341 je vysazena odbočka 2 x DN 300 pro oblast kolem ulice Horymírova, Písečná, Markova, U Hrůbků, Jahodova a Zimmerlova. Na okraji sídlištní zástavby na ulici Markova se trasa TN lomí k areálu Avion Shopping Parku Ostrava a za lomem trasy jsou další sekční armatury 2 x DN 600. Informace o trase stávajícího napáječe údaje byly předány provozovatelem soustavy Dalkia Česká republika, a.s. jako zadávací dokumentace (vstupní podklady) pro zpracování literatury [L11].

Tento úsek v délce cca 2018m je vhodný k přístavbě třetího potrubí DN 800.

Délka trasy mezi sekčními uzávěry DN 600	2018 m
Rozvinutá délka potrubí DN 600	2246 m

Přístavba potrubí DN 800:

Předpokládá se, že potrubí DN800 bude provozováno v topné sezóně jako přírodní potrubí (145°C) a dvě stávající potrubí DN 600 budou provozovány jako vratné potrubí (60°C). V letním období bude možno provozovat pouze potrubí 2 x DN 600 a potrubí

DN 800 může být mimo provoz. Toto uspořádání také zvyšuje spolehlivost dodávky tepla, protože kterékoli potrubí může být podle potřeby odstaveno a opraveno.

V místě sekčních uzávěrů 2 x DN 600 na začátku a konci „třítrubkové“ trasy bude provedeno propojení s novým potrubím DN 800 a propojení obou potrubí DN 600. S ohledem na stáří stávajících sekčních uzávěrů DN 600, to je šoupátek S 27 113-540 s převodovkou a elektrickým pohonem (ovládání za pomoci pojízdné elektrocentrály), je doporučeno provedení výměny šoupátek za uzavírací klapky s ručním pohonem nebo elektropohonem.

V místě stávajících odboček z TN o dimenzi 2 x DN 40 a 2 x DN 300 je nutno provést propojení odboček s třetí trubicí DN 800.

Třetí potrubí DN 800 bude vedeno na samostatných podpěrách nad potrubím 2 x DN 600. V úseku vedení trasy na vysokých podpěrách bude potrubí DN 800 uloženo na samostatných příhradových sloupech po pravé straně stávajícího horkovodu výškově nad potrubím 2 x DN 600. V podzemním vedení, to je úsek kolem objektu U Hrůbků č.p. 170/18, bude potrubí DN 800 vedeno v samostatném betonovém neprůlezném kanále světlosti 1700 x 1450 mm. V místě průjezdů přes potrubí bude potrubí DN 800 uloženo do ocelové chráničky DN 1400, která bude obetonována.

Přístavbou třetího potrubí DN800 v délce trasy 2018m se dosáhne při dodávce tepla 263 MW snížení tlakových ztrát tepelného napáječe ETB – JM o hodnotu $573,0 - 152,3 = 420,7$ kPa

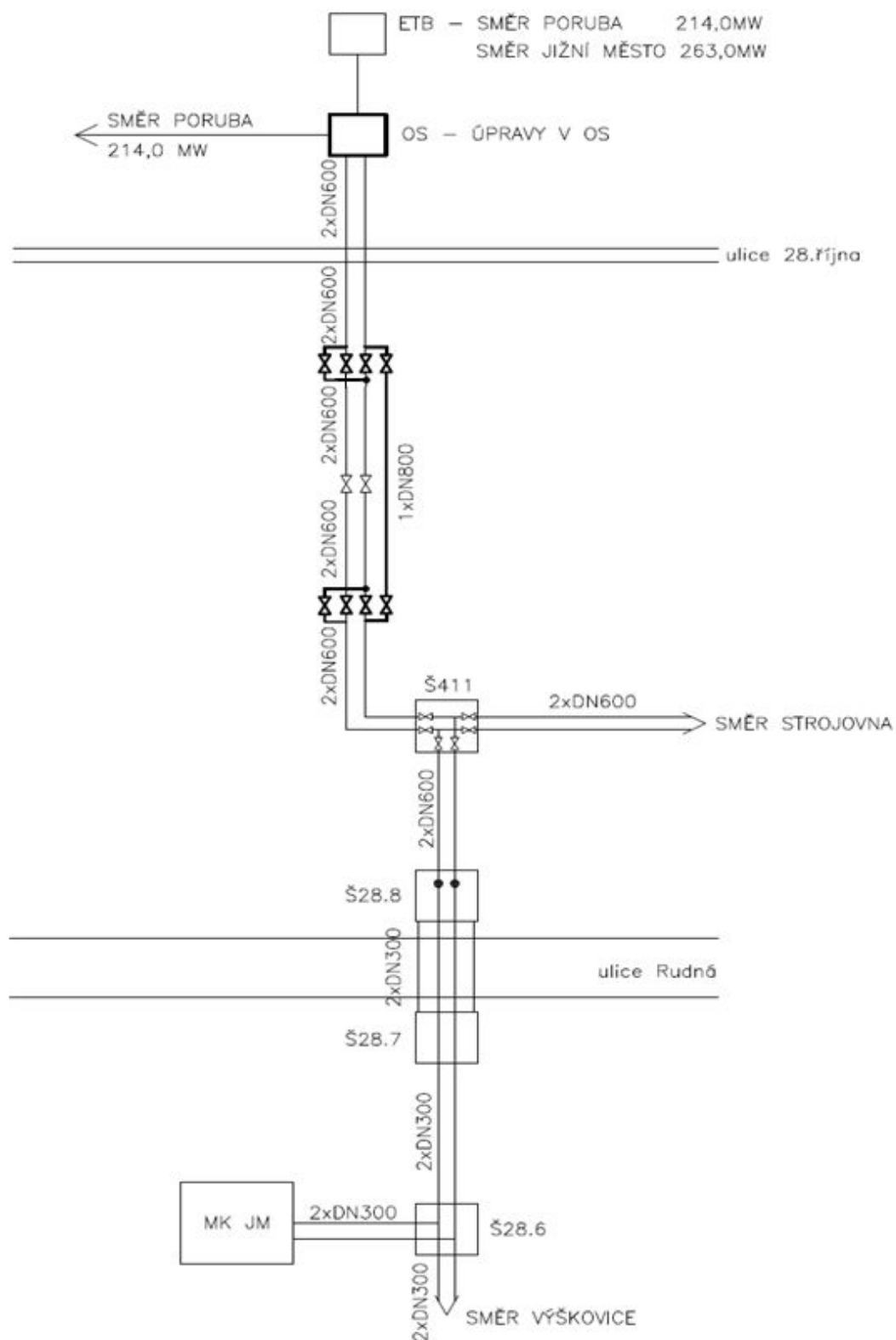
Tlaková ztráta jednoho potrubí při průtoku:

DN 600	263 MW	2660,45 t/h	286,5 kPa
DN 800	263 MW	2660,45 t/h	80,7 kPa
DN 600	131,5 MW	1 330,23 t/h	71,6 kPa

Při dodávce tepla 263Mw stávajícím TN 2 x DN 600 v délce trasy 2018m bude činit tlaková ztráta přívodního a vratného potrubí $2 \times 286,5$ kPa = 573,0 kPa.

Při dodávce tepla 263MW potrubím DN 800 a vratným potrubím 2 x DN 600 v délce trasy 2018m bude činit tlaková ztráta potrubí $80,7 + 71,6 = 152,3$ kPa.

Situační řešení přístavby třetího potrubí DN800 je patrné z přílohy č. 4 a z přílohy č. 5. Prostorové uspořádání třetího potrubí je znázorněno jako příloha č.6.



Obrázek č. 3.2 Schéma napáječe s třetí trubkou DN800

4. Rozpracování variant zásobování lokality Ostrava – Jižní město

4.1 Umístění objektu ZS v areálu MKJM

Zvyšovací stanice bude mít půdorysný rozměr cca 12 x 20 m a výšku cca 5 m. Bude to lehký montovaný objekt s kovovou nosnou konstrukcí a s opláštěním zateplenými „sendvičovými“ panely, vrata o šířce 3,3 m a výšce 3,9 m. Po obvodu se bude nacházet částečné prosklení. Objekt je nutné připojit na vodovod, kanalizaci, přívod el. energie a na stávající horkovodní rozvody.

Umístění ZS bude na pozemku, který je ve vlastnictví Dalkia ČR a.s., to je, na parcele číslo 773/4 v katastrálním území Zábřeh nad Odrou. Na této parcele jsou také umístěny stávající mobilní kotle (4 kusy) z nichž tři kotle jsou funkční a jeden kotel na severním okraji areálu (nejblíže k ulici Rudná) je mimo provoz - na náhradní díly. Tento kotel je možno v případě potřeby demontovat a prostor využít pro převedení nových potrubí.

Objekt zvyšovací stanice je možno umístit v areálu ve dvou alternativách:

Alternativa 1 – na východní straně areálu Dalkia ČR mezi rozdělovači DN 300 (sběrným potrubím mobilních kotlů) a oplocením na východním okraji areálu. Jedná se o zatravněnou plochu, kde se nachází vzdušné vedení 110 kV a 22 kV, stávající horkovod 2 x DN 300 v neprůlezném kanále, kanalizace a betonový vypouštěcí a ochlazovací objekt (vypouštění mobilních kotlů). Prostorové řešení areálu mobilních kotlů vychází z literatury [L11].

V rámci přípravy území pro výstavbu objektu ZS je nutno:

- přemístit koncový sloup vzdušného vedení 22 kV o cca 45 m směrem k ulici Rudná a kabelizovat v tomto úseku vedení 22 kV
- přeložit potrubí 2 x DN 300 stávajícího horkovodu v délce cca 20 m tak, aby nepřekáželo výstavbě objektu ZS
- zrušit betonovou vypouštěcí šachtu před mobilními kotly

Výhody alternativy 1:

- krátká příjezdová cesta k objektu přímo ze stávající vozovky, která je na pozemku parc. číslo 1716/1, vlastnické právo Statutární město Ostrava, ve správě Městského obvodu Ostrava-Jih
- krátká přípojka nového podzemního vedení potrubí 2 x DN 600 od mostu přes Rudnou cca 80 m
- snadné napojení zvyšovací stanice na stávající horkovodní rozvody 2 x DN 300
- krátká kanalizační přípojka z objektu

Nevýhody alternativy 1:

- je nutno provést přemístění koncového sloupu vzdušného vedení 22 kV a kabelizovat vedení 22 kV v délce cca 45 m, přeložit horkovodní potrubí DN 300 a zrušit vypouštěcí šachtu
- objekt ZS zasahuje částečně (rohem budovy) do ochranného pásma VVN

Alternativa 2 – umístit objekt ZS přibližně doprostřed pozemku Dalkia ČR na jeho severním okraji v místě stávající zpevněné panelové plochy. Podél severního oplocení je po pozemku Dalkie ČR vedeno plynové potrubí k mobilním kotlům. Na jižní straně pozemku je pak trafostanice 22/0,4 kV (parcela č.6078 – Dalkia ČR) a skladový objekt (parcela č.4287 – SEKOS Morava a.s.) Prostorové řešení areálu mobilních kotlů vychází z literatury [L11].

Výhody alternativy 2:

- snadnější připojení elektrické energie k pro objekt ZS ze stávající trafostanice 22/0,4 kV
- není nutno překládat vzdušné vedení 22 kV
- není nutno překládat stávající horkovod 2 x DN 300

Nevýhody alternativy 2:

- dlouhá příjezdová cesta k objektu ZS, která vede přes pozemek cizí firmy – parcela č.1716/4 – vlastník SEKOS Morava a.s. (nebezpečí problémů při jednání o zajištění příjezdu k ZS)
- omezený prostor pro nájezd do vrat ZS (asi 6 m)
- nutno demontovat stávající nefunkční mobilní kotel na severní straně pro vytvoření prostoru pro vedení nového potrubí 2 x DN 600 a DN 300 (vratné potrubí z oblasti Výškovice)
- delší přípojka nového podzemního vedení potrubí 2 x DN 600 od mostu přes Rudnou cca 140 m
- delší napojení na kanalizaci

Doporučení:

Z uvedeného se jeví výhodnější umístit objekt ZS podle alternativy 1.

4.2 Orientační propočet nákladů ZS v areálu MKJM

Propočet nákladů je proveden pro alternativu 1 umístění ZS v areálu MKJM. Propočet je proveden v cenové úrovni roku 2010, bez DPH. Klapky DN 300 až DN 600 uvažovány přírubové s elektropohonem, menší dimenze kulové kohouty přivařovací, přepočet kursu 25,00 Kč /EUR.

Otevření montážních otvorů ve stropě šachty Š 411	30 tis. Kč
Demontáž potrubí, armatur a izolace v šachtě Š 411	103 tis. Kč
Montáž nového potrubí, armatur a tepel. izolace v Š 411	4 897 tis. Kč
Stavební úpravy šachty Š 411 a zakrytí montážních otvorů	150 tis. Kč
Předizolované potrubí 1 x DN 300 mezi Š411-Š28.8 -cca 190 m	2 570 tis. Kč
Demontáž potrubí 1 x DN 300 a 2 x DN 200 na lávce přes Rudnou	60 tis. Kč
Zesílení potrubní lávky přes Rudnou – cca 5 300 kg	522 tis. Kč
Předizolované potrubí 2 x DN 600 od Š 28.8 po ZS – 140 m	9 156 tis. Kč

Přeložení koncového sloupu VN a kabeláž VN	110 tis. Kč
Přeložka horkovodu 2 x DN 300 v délce cca 20 m (předizol)	698 tis. Kč
Příprava území, odstranění betonových objektů	150 tis. Kč

Příprava výstavby ZS celkem (bez DPH)	18 446 tis. Kč
ZS v prostoru MKJM (bez DPH)	33 400 tis. Kč
Úprava OS v ETB (bez DPH)	30 200 tis. Kč

4.3 Rizika přístavby potrubí DN 800

Stávající TN o dimenzi 2 x DN 600 je veden kolem domu v ulici U Hrůbků č.170/18, Ostrava – Nová Ves v neprůlezném kanále. V budově sídlí firma PTS Josef Solnař, s.r.o. Z druhé strany kanálu je inundační hráz, která částečně zasypává zákrytové desky kanálu. Vlastníkem parcely je Česká republika, právo hospodařit s majetkem má Povodí Odry, státní podnik, Varenská 3101/49, Ostrava, Moravská Ostrava, 701 26. Přístavbu třetího potrubí DN 800 není možno v tomto úseku realizovat nad stávajícím kanálem, protože by se znemožnil přístup k otevření neprůlezného kanálu a opravě potrubí 2 x DN 600. Třetí potrubí DN 800 je nutno v tomto úseku vést v neprůlezném kanále světlosti 1700 x 1450 mm ve stejné výškové úrovni po pravé straně stávajícího kanálu TN (**varianta 1**) nebo po levé straně stávajícího kanálu (**varianta 2**) při pohledu od ETB k JM.

Další alternativou vedení potrubí DN by mohla být kombinace varianty 1 a 2, to znamená vést potrubí DN 800 v neprůlezném kanále nejdříve po levé straně stávajícího kanálu, před nejužším místem vystoupit z kanálu nad stávající potrubí 2 x DN 600, odbočit s potrubím DN 800 směrem k inundační hrázi na nízké patky (bez podstatného narušení hráze) a v místě stávajícího „U“ kompenzátoru se vrátit šikmou etáží zpět na levou stranu stávajícího TN. Toto řešení však znamená navíc jedno vypouštění a odvzdušnění, z hlediska estetického není pěkné a částečně omezuje přístup ke stávajícímu potrubí 2 x DN 600. Popis problematického místa na trase s informacemi o vlastních vycházejí z literatury [L11].

Rizika varianty 1 (po pravé straně stávajícího TN) :

- šířka výkopu pro neprůlezný kanál bude cca 2 500 mm směrem do svahu protipovodňové hráze, to znamená její značné narušení – nutno konzultovat řešení s Povodím Odry a získat souhlas
- potřebné šířky výkopu a zajištění protipovodňové hráze by bylo možno docílit provedením larsenové opěrné stěny ve svahu protipovodňové hráze – drahé řešení
- ke kompenzaci tepelných dilatací v podzemním úseku není možno pro potrubí DN 800 využít prostoru stávajícího „U“ kompenzátoru 2 x DN 600, ale je nutno použít buď svislý „U“ kompenzátor (další vypouštění a odvzdušnění potrubí) nebo použít ke kompenzaci tepelné dilatace osový vlnovcový kompenzátor DN 800 (velké osově síly do pevných bodů, velké betonové bloky)

Rizika varianty 2 (po levé straně stávajícího TN) :

- nový neprůlezný kanál zasáhne do pozemků soukromých vlastníků, bude částečně vyčnívat nad terén a omezí využití plochy – nutno projednat s vlastníky, dohodnout souhlas, případně kompenzace (zámková dlažba, obložení stěn kanálu vhodným materiálem)
- je nutno demontovat stávající oplocení pozemků a vybudovat nové
- ke kompenzaci tepelných dilatací je možno využít prostoru stávajícího „U“ kompenzátoru 2 x DN 600, nové potrubí DN 800 ho obejde ve stejné výškové úrovni.

Jako výhodnější se jeví řešení podle varianty 2.

4.4 Technické řešení potrubí DN 800

Trubky – přímé úseky DN 800

Pro přímé úseky DN 800 navrhuje zpracovatel trubky ocelové svařované se šroubovicovým svarem, případně s podélným svarem (jsou trochu dražší), rozměry dle DIN 2458,

ø 813 x 10 mm, materiál 11 416.1

ø 610 x 8 mm, materiál 11 416.1

Potrubí dimenze DN 25 až DN 300 bude z trubek ocelových bezešvých, materiál 11 353.1, rozměry dle ČSN 42 5715. Trubky a ohyby na odvodu a vypouštění budou se zesílenou tloušťkou stěny.

Trubky – hladké ohyby, svařované oblouky

Pro ohyby a svařované oblouky navrhuje zpracovatel trubky ocelové svařované s podélným svarem, rozměry dle DIN 2458,

ø 813 x 14,2 mm, materiál 11 416.1

ø 610 x 11 mm, materiál 11 416.1

Ohyby a oblouky

Jako kompenzační ohyby DN 800 a DN 600 budou použity ohyby hladké, poloměr ohybu $R = 4 \text{ DN}$, zhotovené z trubky s podélným svarem, ø 813 x 14,2 mm a ø 610 x 11 mm, materiál 11 416.1. V ohnuté části hladkého ohybu se nesmí nacházet příčný svar potrubí trubky DN 800 nebo DN 600 – z tohoto důvodu je nutno na hladké ohyby zajistit podélně svařované trubky od výrobce Manesmann, SRN, který vyrábí trubky bez příčného svaru o délce 12,0 m.

Náhradou za hladké ohyby mohou být svařované oblouky o poloměru oblouku $R = 4 \text{ DN}$, pětídílné, zhotovené z trubky s podélným svarem, ø 813 x 14,2 mm nebo ø 610 x 11 mm, materiál 11 416.1. V oblouku se může nacházet příčný svar potrubí trubky – z tohoto důvodu je možno použít levnější trubky z Železáren Podbrezová, Slovensko.

Uložení potrubí DN 800

Dimenze DN 800, tloušťka stěny trubek a materiál trubek umožňují vzdálenost podpěr potrubí v přímé trase do 20,0 m v lomech trasy a U kompenzátorech do 15,0 m. Předpokládá se, že bude použito uložení kluzné s nízkým součinitelem tření ($k = \text{do } 0,05$), s teflonovou podložkou a kluzným nerezovým plechem. Svislé zatížení uložení do 200 kN.

Pevné body potrubí budou objímkové s odizolováním proti bludným proudům (bude použit materiál sklotextit).

Armatury potrubí

Pro dimenze potrubí DN 800, DN 600 a DN 300 doporučujeme použít klapky uzavírací PN 25 s trojitou excentricitou, těsněním kov – kov, s ruční převodovkou, připojení do potrubí – přivařovací konce – například klapky VEXVE, dovozce Trival. Tyto armatury jsou nejlehčí a nejlevnější, mají vysokou hodnotu Kv, nejsou však opravitelné. Samozřejmě je možno použít také klapky v přírubovém provedení, které jsou těžší a dražší, mají nižší hodnotu Kv, ale jsou opravitelné. Pokud jsou stávající šoupátka ovládána pomocí elektropohonu a elektrocentrálou (nejsou dálkově ovládána nebo není požadavek na jejich dálkové ovládání), postačuje k ovládání klapky ruční převodovka – možno zavřít klapku lehce za několik minut.

Pro dimenze potrubí DN 250 a níže doporučujeme používat na odbočkách, vypouštěcích a odvzdušňovacích soupravách kulové kohouty PN 25 a PN 40 v přivařovacím provedení, ovládání ruční pákou do dimenze DN 80, od dimenze DN 100 výše ovládání ruční převodovkou.

Kompenzace tepelných dilatací

Bude použito přirozených kompenzačních lomů trasy, svislých etází a klasických „U“ kompenzátorů. Minimální vyložení „U“ kompenzátorů DN 800 je 8,0 m. Vodorovný kompenzátor s vyložení $A = 8,0$ m má při zadaných parametrech kompenzační schopnost cca 180 m, při vyložení $A = 11,0$ m až 300 m. Šířka hlavy „U“ kompenzátoru DN 800 je navržena 12,0 m a potrubí bude obíhat z vnějšku stávající „U“ kompenzátory 2 x DN 600, aby bylo možno založit samostatné patky pro potrubí DN 800. Vyložení „U“ kompenzátorů DN 800 tedy bude o 3,0 m větší než vyložení stávajících „U“ kompenzátorů 2 x DN 600.

Tepelné izolace potrubí

Pro přímé potrubí a ohyby se předpokládá použití tepelné izolace LSP s hliníkovou fólií, oplechování tepelné izolace předlakovanými pozinkovaným plechem nebo hliníkovým plechem.

DN 800	přívod	$120 \times 120 = 240 \text{ mm}$
DN 600	přívod	$100 + 100 = 200 \text{ mm}$
	vrat	$60 + 80 = 140 \text{ mm}$

Stavební konstrukce

Nízké patky - Z důvodu minimalizace rozměrů základových patek navrhujeme použití vrtaných pilot $\varnothing 800 \text{ mm}$ do hloubky cca 4,0 m. Piloty budou vyvrtány po obou stranách stávajícího TN s roztečí 3,5 m. Na piloty bude osazena ocelová rámová konstrukce z profilů U300, na kterých bude uloženo potrubí DN 800. Vzdálenost podpěr v přímé trase bude do 20,0 m. Pevné body potrubí DN 800 budou samostatné a budou vybudovány v těsné blízkosti stávajících pevných bodů potrubí 2 x DN 600.

Vysoké sloupy – budou příhradové konstrukce z profilového materiálu.

Podzemní vedení – bude použit prefabrikovaný železobetonový kanál světlosti 1700 x 1450 mm se zákrytovými deskami. V místě křížení přejezdů přes potrubí bude použito ocelových chrániček DN 1400 s obetonováním.

4.5 Tlakové ztráty potrubí DN 800 a DN 600

Tlakové ztráty potrubí DN 800 a DN 600 v úseku třítrubkového vedení při maximálním oběhovém množství vody jsou počítány pro tyto vstupní údaje:

Přenášený tepelný výkon	263 MW
Jmenovitý teplotní spád	145 / 60°C
Oběhové množství vody	2660,46 t/h (739,02 kg/s)
Rozměr potrubí	DN 800
	DN 800
	813 x 10 mm – přímá trasa
	813 x 14,2 – mm – ohyby
Délka trasy	DN 800
	2 018 m

Rozvinutá délka trasy DN 800		2 326 m
z toho přímá trasa		1 954 m
ohyby -62 ks		372 m
Rozměr potrubí	DN 600	630 x 9 mm – přímá trasa
	DN 600	630 x 12 mm – ohyby
Délka trasy	DN 600	2 018 m
Rozvinutá délka trasy DN 600		2 246 m
z toho přímá trasa		1 910 m
ohyby 56 ks		336 m
Drsnost vnitřního povrchu potrubí		$k = 0,2$

Výpočet tlakových ztrát potrubí byl proveden programem RT 007 pro dimenzi DN 800 a DN 600 při maximálním průtoku a pro dimenzi DN 600 při polovičním průtoku.

Tlaková ztráta **jednoho** potrubí při průtoku:

DN 600	263,0 MW	2660,46 t/h	286,5 kPa
DN 800	263,0 MW	2660,46 t/h	80,7 kPa
DN 600	131,5 MW	1330,23 t/h	71,6 kPa

Při dodávce tepla 263,0 MW stávajícím TN 2 x DN 600 v délce trasy 2 018 m bude činit tlaková ztráta přírodního a vratného potrubí $2 \times 286,5 \text{ kPa} = \mathbf{573,0 \text{ kPa}}$.

Při dodávce tepla 263,0 MW potrubím 1 x DN 800 a vratným potrubím 2 x DN 600 v délce trasy 2 018 m bude činit tlaková ztráta potrubí $80,7 + 71,6 = \mathbf{152,3 \text{ kPa}}$.

Tlakové ztráty potrubí vycházejí ze závěrů literatury [L11] na základě kterých je potrubí DN800 nadimenzováno.

Závěr:

Přístavbou třetího potrubí DN 800 v délce trasy 2 018 m se dosáhne při dodávce tepla 263,0 MW snížení tlakových ztrát tepelného napáječe ETB –JM o hodnotu $573,0 - 152,3 = \mathbf{420,7 \text{ kPa}}$

Pokud by byl provozován třítrubkový systém TN ETB – JM v délce trasy 2 018 m po celý rok, využití maxima dodávky bylo cca 5 160 hod/rok a účinnost čerpadel cca 80%, potom by byla **úspora čerpací práce ve výši:**

$$P_{\text{č}} = (739,02 \text{ kg/s} \times 420 \text{ J/kg}) : 0,8 \times 5\,160 \text{ hod} \times 10^{-6} = \mathbf{2\,002 \text{ MWh/rok}}$$

4.6 Propočet nákladů pro přístavba potrubí DN 800

Propočet nákladů je proveden v cenové úrovni roku 2010, bez DPH. Klapky DN 300 až DN 800 uvažovány přírubové s ruční převodovkou, menší dimenze kulové kohouty přivařovací, přepočet kursu 25,00 Kč /EUR.

Potrubní část

Dodávka a montáž potrubí	32 421 tis. Kč
Nátěry potrubí a uložení	954 tis. Kč
Tepelné izolace	9 739 tis. Kč

Stavební část

Patky sloupů, piloty nízkých podpěr, OK – celkem 170 ks	22 780 tis. Kč
Neprůlezný kanál sv. 1700 x 1500 mm – 150 m	3 114 tis. Kč
Přejezd přes potrubí 1 ks	300 tis. Kč

Součet potrubní a stavební části	69 308 tis. Kč
---	-----------------------

Rozpočtová rezerva 10%	6 931 tis. Kč
------------------------	---------------

Celkové náklady (bez DPH)	76 239 ti. Kč
----------------------------------	----------------------

Úprava OS v ETB (bez DPH)	30 200 tis. Kč
----------------------------------	-----------------------

Poznámky k propočtu:

- 1) Snížení nákladů v potrubní části by bylo možno dosáhnout použitím uzavíracích klapek DN 300 až DN 800 v přivařovacím provedení místo přírubového provedení (například klapky VEXVE) – nižší cena klapky, odpadají příruby a přírubové spoje.
- 2) Snížení nákladů ve stavební části bylo možno dosáhnout použitím monolitických betonových patek místo vrtaných pilot, vzniká však větší nebezpečí poškození stávajícího TN při výstavbě a narušení protipovodňové hráze.

5. Závěr

Vzhledem k propojení oběhových soustav Poruba a Jižní město je navržena skladba OS v ETB se dvěma řadami čerpadel jak je patrné z přílohy č.3, jejichž provoz umožňuje plné rozevření tlakového diagramu do větve Jižní město. Tento provoz je ale vázán na další omezující podmínku a to polohy tlakového diagramu větve Poruba. Podle výpočtových tlakových poměrů větve Poruba musí být hlídán přetlak na výstupu ze zdroje na větvi Poruba cca 1,3 MPa (rozdělovač RVI) viz. příloha č.3, aby přetlak u nejvýše položeného odběratele (PS Otakara Jeremiáše 278 mn.m) byl minimálně 100 kPa nad tenzí par pro 145 °C. Prakticky s ohledem na kolísání regulace neutrálního bodu je vhodnější mít větší rezervu a volit minimální přetlak 200 kPa. Regulace neutrálního bodu (HKST) je pak posazena na hodnotu přetlaku 1,4 MPa. Úprava čerpadel OS ETB musí být provedena shodně jak ve variantě **Zvyšovací stanice (ZS) v prostoru mobilních kotlů MKJM**, tak ve variantě **přístavba třetího potrubí DN 800**.

Alternativní řešení úpravy OS ETB

Ochrana omezení přetlaku na výstupu ze zdroje by mohla být posunuta nad PN25, protože zvyšovací čerpadla navazují přímo na horkovodní rozvody. Nemusí být brán ohled na přísnější ochrany výměníkové stanice zdroje. Zvyšovací čerpadla v OS ETB musí být ale v provedení minimálně na PN 32.

Další podmínkou je přehodnocení PN části úseku horkovodních rozvodů za OS ETB. Dosáhnout lze pak požadované zvýšení přenosu tepla na 263 MWt do oblasti JM **bez ZS v MKJM, nebo posílení potrubím 1x DN800**. Nutné je při tomto řešení osazení zvyšovacích čerpadel v OS ETB s větší dopravní výškou. Přehodnotit by bylo vhodné také tlakovou ztrátu zdroje. Nižší tlaková ztráta zdroje umožní snížení rozevření tlakového diagramu a má dopad na řešení dopravní výšky čerpadel v OS ETB.

5.1 Ekonomické porovnání variant

Nákladová část v tis Kč:

Varianta	OS ETB	ZS MKJM	2x DN600+DN300	1xDN800	Celkem
ZS v MKJM	30 200	33 400	18 446	0	82 046
Přístavba 1xDN800	30 200	0	0	76240	106 440
Rozdíl					24 394

Tabulka č.5.1 Nákladová část na realizaci díla

Čerpací práce:

Porovnání varianty se ZS v MKJM a s přístavbou potrubí 1x DN800					
místo	pracovní tlak čerpadel	příkon čerpadla	ks	využití	práce- účinnost 92 %
OS ETB	kPa	kW		hod	kWh/rok
Základní čerpadla	1226	539,9	2	5162	
Zvyšovací čerpadla	1165	534	2		
ZS MKJM	233	233	2		
Celkem ZS v MKJM		1306,9		5162	14 665 690,87
Z toho ZS MKJM		233	2	502	254 274
OS ETB					14 411 417
Místo-OS ETB					
Základní čerpadla	1226	539,9	2	5162	
Zvyšovací čerpadla	1165	534	2		
Celkem 1xDN800		1073,9	2	5162	12 051 025,65

Tabulka č. 5.2 Nákladová část na čerpací práce

Cena elektrické energie bude rozdílná v OS ETB (vlastní spotřeba) a ZS v NKJM (ze sítě ČEZ). Ceny jsou uvedeny v literatuře [L11].

Zdroj : Kč/ kWh = 1,00

ZS : Kč / kWh = 3,00

Provoz a údržba:

Provoz a údržba OS ETB spolu s ZS MKJM bude nákladnější než posílení horkovodů potrubím 1 x DN 800. Strojní zařízení ZS a elektro zařízení (70 % nákladů) má menší životnost, než je garantována u horkovodního potrubí (30 let). ZS by měla být koncipována pro bezobslužný provoz.

Porovnání variant z pohledu nákladů a spotřeby elektrické energie:

Porovnání varianty se ZS v MKJMa s přístavbou potrubí 1x DN800					
Porovnání variant	Náklady	Provoz-el.energie	za 5 let	za 10 let	za 15 let
	tis. Kč	MWh/rok	MWh	MWh	MWh
ZS MKJM	+24 394,-				
1xDN800	0	- 2 615	-13073,325	-26146,65	-39219,98

Tabulka č. 5.3 Celkové porovnání spotřebních nákladů

Varianta ZS v MKJM má realizační náklady nižší o 24 394,-tis.Kč

Varianta Přístavba potrubí 1xDN800 má nižší spotřebu elektrické energie o - 2 615 MWh/rok

Z uvedeného vyplývá, že roční spotřeba elektrické energie v ZS MKJM je cca 7 845,-tis.Kč. Náklady na provoz ZS MKJM vyrovnají vyšší náklady na realizaci přístavby potrubí 1xDN800 už po 4 topných sezónách.

Životnost potrubí 1xDN800 je asi 30 let. Za tuto dobu dosáhne spotřeba elektrické energie v ZS MKJM **78 450 MWh = 235 350,-tis.Kč**

Seznam obrázků

Obrázek č. 1.1 Parovod s parním i kondenzátním potrubím ve společném kanále

Obrázek č. 1.2 Parovod s vlastním parním a kondenzátním kanálem

Obrázek č. 1.3 Klasické uspořádání horkovodního potrubí v železobetonovém kanále

Obrázek č. 1.4 Uspořádání bezkanálového spojitého horkovodního potrubí.

Obrázek č. 3.1 Schéma zapojení zvyšovací stanice do soustavy CZT Jižní Město

Obrázek č. 3.2 Schéma napáječe s třetí trubicí DN800

Seznam tabulek

Tabulka č. 1.1 Přenosová kapacita parního potrubí u vybraných dimenzí dle ČSN 42 5715 a ČSN 42 5716

Tabulka č. 1.2 Přenosová kapacita potrubí u vybraných dimenzí dle ČSN 42 5715, ČSN 42 5716 u klasického horkovodního a u předizolovaného potrubí.

Tabulka č. 1.3 Tepelné ztráty jednotlivých druhů sítí CZT

Tabulka č. 1.4 srovnání potrubí z hlediska investičních nákladů.

Tabulka č. 5.1 Nákladová část na realizaci díla.

Tabulka č. 5.2 Nákladová část na čerpací práce

Tabulka č. 5.3 Celkové porovnání spotřebních nákladů

Seznam diagramů

Diagram č. 1.1 posouzení přenosových kapacit a tepelných ztrát sítí SCZT

Diagram č. 1.2 posouzení investičních nákladů na realizaci SCZT

Seznam příloh

Příloha č. 1 Metodika výpočtu programu RT 007 a RT 004

Příloha č. 2 Schéma tepelné sítě Ostrava – Jih

Příloha č. 3 Technologické schéma oběhové stanice ve zdroji tepla ETB a zvyšovací stanice v prostoru MKJM

Příloha č. 4 Situační řešení přístavby třetího potrubí DN800 – 1. Díl

Příloha č. 5 Situační řešení přístavby třetího potrubí DN800 – 2. Díl

Příloha č. 6 Vzorové příčné řezy umístění potrubí DN800 do trasy horkovodu DN600

Seznam použité literatury

[L1] Ing. František Hnilica – Ing. Ervín Malina – Karel Malina – Ing. Jaroslav Šejvl: Energetika v Severomoravském Kraji. Severomoravské energetické závody, Národní podnik Ostrava. Ostravsko Karvinské elektrárny, Národní podnik Ostrava. Ostrava 1969

[L2] http://www.ptas.cz/informace_o_dodavce_tepla/schema-kogenerace/

[L3] Ing. Jiří Maus : Úkol ViR závodu 17 000 Přerov – Přestavba parních soustav na vodní část – Tepelné sítě. Přerov 1984

[L4] Ing. Zdeněk Dvořák – Ing. Olga Mrózková – Ing. Pavel Ochotný – Ing. Ivan Bidlas : Program RT 007 a RT 004. Energoprojekt Praha a.s. Praha 1994

[L5] Isoplus-EOP s.r.o. : Technika zásobování teplem / Projektování – konstrukce. Vydání 2006

[L6] Vyhláška 193/2007 Sb. - Podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

[L7] ÚRS PRAHA, a.s. - Ukazatele průměrné orientační ceny na měrnou a účelovou jednotku pro obory 801-833. Praha 2009

[L8] ČSN EN 13 941 - Navrhování a instalace bezkanálových předizolovaných sdružených potrubních systémů pro vedení vodních tepelných sítí.

[L9] ČSN 38 3360 - Tepelné sítě. Strojní a stavební část - projektování

[L10] Ing. František Holub – Ing. Jaromír Kružík – Ing. Jaroslav Veselský : Moravskoslezské teplárny, 100 let služeb veřejnosti. Moravskoslezské teplárny a.s. Ostrava 1998.

[L11] Ing. Jiří Maus – Ing. František Pěcha : Výpočty hydraulických poměrů tepelných sítí. ENERGOPROJEKTA Přerov, spol. s.r.o. Dluhonská 1350/43, 750 21 Přerov pod zakázkovým číslem 03208-001. Přerov 2009

[L12] ČSN 38 3350 – Zásobování teplem – Všeobecné zásady

[L13] Vlach – Zásobování teplem a teplárenství. SNTL Praha 1989.

[L14] Cikhart Soustavy centrálního zásobování teplem. SNTL Praha 1977.